关于江苏高凯精密流体技术股份有限公司

首次公开发行股票并在科创板上市申请文件

第三轮审核问询函的回复

保荐人（主承销商）

东吴证券股份有限公司
SOOCHOW SECURITIES CO.,LTD

二〇二一年十一月

上海证券交易所：

根据贵所2021年11月9日下发的《关于江苏高凯精密流体技术股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市申请文件的第三轮审核问询函》（上证科审（审核）〔2021〕679号）（以下简称“审核问询函”）的要求，江苏高凯精密流体技术股份有限公司（以下简称“发行人”、“公司”、“高凯技术”）、东吴证券股份有限公司（以下简称“保荐机构”、“东吴证券”）会同北京国枫律师事务所（以下简称“发行人律师”）、天健会计师事务所（特殊普通合伙）（以下简称“申报会计师”），就贵所提出的问题进行了认真讨论、核查，对《审核问询函》中所有提到的问题逐项予以落实并进行了书面说明，并对江苏高凯精密流体技术股份有限公司申请文件有关内容进行了必要的修改、补充说明或解释。

如无特别说明，相关用语释义与《江苏高凯精密流体技术股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市招股说明书（申报稿）》（以下简称“招股说明书”）一致。涉及对申请文件修改的内容已用楷体加粗方式列示。

宋体（加粗）	**问询函所列问题**
宋体（不加粗）	对问询函所列问题的回复
楷体（加粗）	**涉及申请文件补充披露或修改的内容**

本回复中若出现总计数尾与所列值和不符的情况，均为四舍五入所致。

目　录

问题 1　关于核心技术先进性 4
问题 2　关于市场竞争和行业地位 44
问题 3　关于外采压电喷射阀 72
问题 4　关于毛利率 74
问题 5　关于产品召回 88
保荐机构总体意见 93

问题 1　关于核心技术先进性

根据问询回复，1）发行人以压电驱动精密流体控制技术为核心，不断拓展压电驱动精密流体控制技术应用领域，形成了以压电驱动与控制技术为基础，以精密流体控制为目标的核心技术体系，产品主要应用于 3C 电子、锂离子电池及半导体生产制造的组装、封装环节；2）发行人的生产环节主要为装配和调试；3）发行人根据客户需求进行产品的定制化配置和开发，形成相应的撞针喷嘴、流道等硬件结构、控制系统及其硬件电路和软件算法；4）发行人核心原材料中涉及外购的标准产品为压电元件等电气件，压电元件的性能对压电驱动的精度、速度等指标具有重要影响；定制件中的核心原材料主要集中在机加件及定制钨钢件，机加件对发行人产品流体定量控制、运动稳定性、输送精度和密封性、胶液混合效果、分流气体功能产生影响。

请发行人进一步说明：（1）结合下游 3C 电子、锂离子电池、半导体等应用领域对点胶设备的需求发展情况，分析压电喷射阀是否已成为点胶设备厂商或制造厂商点胶工艺的主流选择；不同下游领域对发行人产品的技术要求情况、目前的国产化情况；（2）衡量压电喷射阀的核心技术水平、产品性能的关键指标；上述关键指标是否依赖于核心原材料，如是，与国内外竞争对手相比， 发行人是否具备该等关键原材料的自主研发及加工生产能力，是否符合行业惯例；如否，发行人在外购核心原材料的基础上，在生产环节和核心工艺上如何体现核心技术先进性，有何难点突破；（3）结合点胶产品硬件结构与软件架构设计方面的技术来源及发展过程，说明发行人产品在设备管理、程序操作、软件算法、系统标定和参数配置等方面技术先进性的体现，较同行业可比公司是否具备技术优势；（4）产品装配的累计误差和产品结构本身的偏差对产品精度、产品成本、组装效率、使用寿命的具体影响，发行人如何实现对机械精度的偏差补偿，如何快速响应下游客户对设备精度和长期使用稳定性的市场需求；（5）智能点胶行业的胶粘剂材料特性和灌装工艺对发行人产品应用领域拓展、下游胶连功能实现的具体影响。

请发行人结合回复情况完善风险揭示。

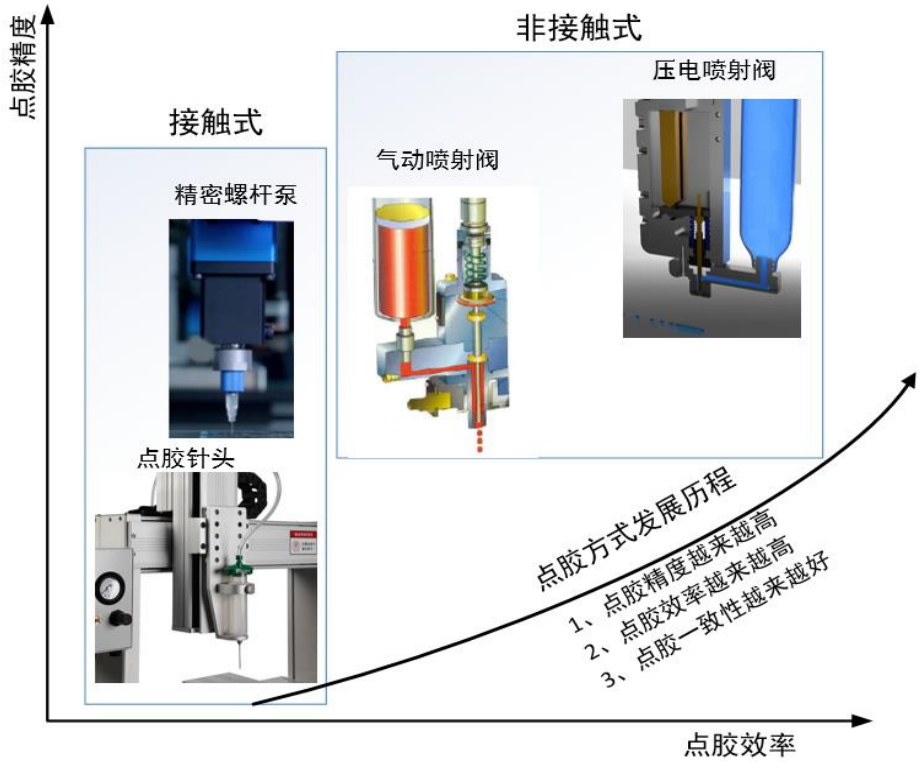
【回复】

一、请发行人进一步说明：

（一）结合下游 3C 电子、锂离子电池、半导体等应用领域对点胶设备的需求发展情况，分析压电喷射阀是否已成为点胶设备厂商或制造厂商点胶工艺的主流选择；不同下游领域对发行人产品的技术要求情况、目前的国产化情况；

1、点胶工艺的广泛应用促进了点胶方式及点胶设备的发展

点胶工艺在电子封装中发挥着重要的作用，可实现粘结、紧固、导电、导热、绝缘、保护等功能。随着电子封装技术的发展，点胶工艺的应用愈发广泛，这也促进了点胶方式及点胶设备的发展。从点胶效率、点胶精度方面来看，点胶方式从接触式点胶发展到非接触式点胶，核心部件则由传统的针头发展到精密螺杆阀、泵，以及非接触式的气动喷射阀、压电喷射阀。



点胶方式	点胶阀类型	优劣势
接触式点胶	点胶针头	**优势：** 价格便宜 **劣势：** 易拉丝拖尾，针头撞断，胶水易滴漏 精度低、效率低

		对于表面平整度较差、曲线/曲面等工件的点胶效果差或较难完成。
	螺杆阀\螺杆泵	**优势：** 适用于中、高流量的点胶工艺 适用于粘度高或颗粒度高的胶水 点胶精度、效率较点胶针头高 **劣势：** 接触式点胶效率相对较低
非接触式点胶	气动喷射阀	**优势：** 无 Z 轴运动，点胶精度高，点胶效率相对较高； **劣势：** 最高工作频率约 200Hz，无法满足更高频的点胶需求
	压电喷射阀	**优势：** 目前精度、效率及一致性最高的点胶阀产品 **劣势：** 价格较高

2、不同领域点胶设备需求发展及压电喷射阀的应用情况

点胶设备下游应用广泛，受具体工艺制程、终端产品生产厂商/终端品牌厂商的工艺实现路径选择等因素的影响，不同应用领域对点胶设备的需求发展、压电喷射阀的具体应用、技术要求及国产化程度也处于不同阶段。

目前尚无行业协会或行业权威机构对点胶设备在 3C 电子、锂离子电池及半导体等领域的需求发展、压电喷射阀的具体应用、技术要求及国产化程度进行权威数据统计。

结合多年的业务实践、行业经验、同行业公司公开信息披露、行业研究报告及对不同应用领域的客户访谈，发行人对不同领域点胶设备需求发展及压电喷射阀的应用情况进行了具体分析。

（1）3C 电子制造领域

1）压电喷射阀是小微流量精密点胶工艺的主流选择，随着 3C 电子制造领域点胶工艺要求的整体提升，压电喷射阀的应用将更为广泛。

3C 电子制造是目前点胶工艺应用最为广泛的领域之一，涉及众多工艺制程，如 PCB、FPC 的表面贴装，声学器件、光学器件、振动马达、显示屏等组件组装，手机、平板电脑及智能可穿戴设备等整机组装。随着 3C 电子终端产品逐步向集成化、轻量化、时尚化的发展，点胶工艺的应用将更为广泛。

目前，压电喷射阀是小微流量且对点胶精度、效率、一致性要求高的精密点胶工艺的主流选择，包括 FPC 组装、微型扬声器/受话器组装、LENS 镜头组装、

摄像头模组组装、Mini-LED/Micro-LED 显示模组组装、精密连接器、手机组装及可穿戴设备等。

下游客户通常会结合工艺需求、固定资产投资预算等因素综合考虑选择点胶阀产品，随着 3C 电子制造对点胶效率、精度及一致性要求的提升，压电喷射阀的应用将更为广泛。以瑞声科技的 VCM 马达产线为例，瑞声科技垂直布局摄像头产业链，作为 VCM 市场新进入者，不同于其他 VCM 厂商主要采用搭载点胶针头的点胶设备完成点胶工艺，瑞声科技采用产线搭载压电喷射阀的方式，提升了产线整体效率，同时还解决了传统点胶针头无法将喷胶量控制在 0.01mg 以下的工艺难题。

同行业公司中安达智能主要从事 SMT 工序段点胶设备的销售，其公开信息披露 “近年来随着下游客户对生产工艺精度要求的不断提升，需配备压电喷射阀的点胶机需求量不断增加”，这同样表明了压电喷射阀在工艺升级中具有广阔的市场空间。

综上所述，压电喷射阀是 3C 电子制造领域小微流量精密点胶工艺的主流选择，随着该领域点胶工艺精度要求的不断提升，压电喷射阀的应用将更为广泛。

2）压电喷射阀在 3C 电子制造领域的主要应用场景及技术要求

压电喷射阀在 3C 电子领域的主要应用场景及技术指标要求（该技术指标为发行人参与过的某一具体案例中的指标要求，并非该工艺的指标范围或平均指标，下同）具体如下：

工艺类型	具体工艺	技术要求 （以公司参与过的具体工艺为例）	目前主流设备	发行人产品应用情况	主流设备的 国产化程度
SMT 表面贴装	FPC 组装工艺	**技术难点：** 随着集成化程度的提高，组装空间逐步缩小，需要严格通过控制点胶直径、高宽比、喷胶量等点胶参数以控制胶水形态，对点胶参数的精准化控制程度提高。 **技术指标要求：** 持续运行频率：350Hz 左右 点胶线宽：0.4mm 最小喷胶量：0.01mg 左右	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**点胶设备	发行人通过设备集成商将压电喷射阀应用至鹏鼎控股的FPC产线，替换其原使用的国外品牌。	国产化率高。以轴心自控为代表的国内厂商已将主要搭载压电喷射阀的点胶设备导入该工艺段，且业务规模持续增长。
组件组装	微型扬声器/受话器	**技术难点：** 随着手机超薄超轻要求越来越高，扬声器体积也随之不断缩小，点胶的线宽变窄、胶量变小，对胶量的精准控制和稳定性提出了更高的要求。 **技术指标要求：** 持续运行频率：500Hz 左右 点胶线宽：0.25～0.3mm 最小喷胶量：0.004mg 左右	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**自动化产线	发行人在行业龙头瑞声科技、歌尔股份已实现大批量供货。	国产化率高。以发行人为代表的国内厂商已进入瑞声科技、歌尔股份等行业龙头，上述客户在微型扬声器/受话器领域市场占有率高，因此，国产化率高。
	LENS 镜头组装	**技术难点：** 随着手机摄像头数量变多以及潜望式镜头的产生，Lens 镜头狭缝点胶需求增加。需要将胶水填充到狭缝中，且不能沾污镜头表面，对散点良率要求较高。 **技术指标要求：** 持续运行频率：350Hz 左右 点胶线宽：0.15mm（空中射流） 最小喷胶量：0.003mg 左右	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**自动化产线、点胶设备	发行人批量供应瑞声科技自动化产线。	在国内主流厂商欧菲光、舜宇光学、瑞声科技等公司，压电喷射阀的国产化率高。 根据旭日大数据统计，2021 年 7 月瑞声科技手机摄像头镜头出货量排名第五位，前三位分别是舜宇光学、台湾大立光及台湾玉晶光。其中大立光、玉晶光系苹果镜头供应商，这两家台湾地区厂商中，压电喷射阀的国产化率低。
	摄像头模组组装	**技术难点：** 将摄像头模组众多微小器件连接固定，对散点良率要求较高。 **技术指标要求：**	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**点胶设备	发行人批量供应瑞声科技、欧菲光等主流厂商。	在国内主流厂商瑞声科技、欧菲光、舜宇光学、丘钛科技等公司，国产化率高。 苹果供应链摄像头模组的供应

		持续运行频率：300～450Hz 点胶线宽：0.4mm 左右 最小喷胶量：0.007mg 左右			商还包括韩国 LG Innotek、韩国三星电机等，国外厂商中国产化率低。
	VCM 马达组装	**技术难点：** 该工艺点胶位置空间狭小，该产品使用的胶水性能较为特殊，需要定制化解决方案，对点胶线宽及散点率控制要求较高。 **技术指标要求：** 持续运行频率：450Hz 左右 点胶线宽：0.15mm（空中射流） 最小喷胶量：0.003mg 左右	**主流点胶阀类型：**点胶针头+气动点胶控制器； **主流设备类型：**自动化产线、点胶设备	发行人主要销售给瑞声科技及设备集成商，少量销售给国内主流生产厂商中蓝电子。	国产化率低。VCM 马达生产厂商中以日本、韩国为主（如日本 AlPS、韩国三星电机等），国外厂商主要采用国外品牌的点胶针头；国内主流厂商包括皓泽电子、中蓝电子等，主要采用国内品牌的点胶针头。由于国内品牌市场份额小，因此国产化率低。
	显示模组（LCD、OLED）	**技术难点：** 对胶量控制精度、气泡率、散点率要求较高，部分工艺为面板窄边框涂胶，对高宽比及溢胶要求较高。 **技术指标要求：** 持续运行频率：800Hz 左右 点胶线宽：0.35mm 左右 最小喷胶量：0.015mg	**主流点胶阀类型：**接触式点胶阀为主； **主流设备类型：**点胶设备	发行人少量销售给设备集成商。	国产化率低。存量市场以国外品牌的接触式点胶阀为主。
	显示模组（Mini-LED、Micro-LED）	**技术难点：** 1、后段组装点胶工艺要求对胶量控制精度、气泡率、散点率要求高；2、前段面板窄边框侧喷涂胶，不允许有溢胶、散点，胶路要求圆滑饱满，特别是拐角处不允许有凸点。 **技术指标要求：** 持续运行频率：800Hz 左右 点胶线宽：0.3-0.35mm 最小喷胶量：0.01mg	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**点胶设备	发行人少量销售给设备集成商。	国产化率低。该行业为新增行业，未来需求量巨大，目前以国外品牌厂商为主。
	精密连接器	**技术难点：** 直径约 0.6 mm的导线在焊接后，用胶水包封保护。导线焊接后位置会有偏差，此外引线离 FPC 边缘较近，容易溢胶，对于导线的识别定位和胶量控制有严格的要求。 **技术指标要求：**	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**点胶设备	发行人已导入该领域，将自产压电喷射阀及智能点胶机器人系统一起销售给立讯精密。	国产化率一般。以国外品牌厂商为主。

		持续运行频率：300Hz 左右 点胶线宽：0.3～0.4mm 左右 最小喷胶量：0.005mg 左右			
整机组装	窄边框手机中框	**技术难点：** 部分窄边框的手机中框的线宽只有 0.3mm 左右，为提升粘接拉拔力，需要增加胶量，由于边框较窄，只有增加胶体的高宽比(即胶体高度与线宽的比例)才可实现。 发行人参与的小米公司窄边框手机中框点胶要求高宽比至 80%以上，而同行业公司大多只能将高宽比维持在 50%。 **技术指标要求：** 持续运行频率：500Hz 左右 点胶线宽：0.3～0.35mm 最小喷胶量：0.02mg 左右	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**点胶设备	发行人已直接向小米公司销售。	国产化率一般。从手机组装来看，国外主流终端品牌（如苹果、三星）主要采用国外品牌的点胶阀，国内主流终端品牌此前也主要采用国外品牌的点胶阀，目前国内主流终端品牌正在逐步用国内点胶阀替代国外同类产品。
	可穿戴设备(智能手表、智能耳戴设备、VR/AR)	**技术难点：** 对胶量控制精度、稳定性要求较高。部分工艺采用热熔胶喷射，难度也相对较大。 **技术指标要求：** 持续运行频率：450Hz 点胶线宽：0.3～0.35mm 最小喷胶量:0.005mg	**主流点胶阀类型：**压电喷射阀； **主流设备类型：**点胶设备、自动化产线	发行人主要销售给设备集成商。	国产化率低。该市场属于新兴市场。终端产品以国外品牌为主，前期工艺开发时国外厂商配合工艺验证，具有一定先发优势。

近年来，3C 电子产品升级换代速度加快，产品品类不断丰富，对制造商的工艺切换速度提出了更高的要求。同时，3C 终端品牌厂商对于产品保密性要求提高，制造商必须提升其制造工艺的保密性。此外，随着我国人口红利减弱，劳动力成本上升，制造厂商提升自动化率的需求提高。因此，部分制造商设立了自动化部门，自主开发自动化产线，提高制造过程的生产效率，目前以瑞声科技为代表的主流声学器件厂商已使用自动化产线组织生产。

点胶设备的性能由点胶设备机台和点胶阀综合决定，点胶设备机台的性能指标决定了位置精度及运动速度，包括定位精度、重复定位精度、运动速度、加速度；点胶阀的性能指标决定了胶量精度，包括喷胶量、点胶线宽、点胶直径及一致性误差。点胶阀对点胶工艺具有重要影响，进而影响整体产品的良品率，因此如苹果公司等终端品牌厂商，在工艺开发时，会单独对点胶阀进行工艺验证、规格型号确定及供应商选择。若点胶设备供应商提供的点胶阀达到工艺要求，也会同时采购其点胶设备和点胶阀。

因此，3C 电子制造行业的点胶设备发展趋势为：工序复杂的工艺环节将有更多的厂商采用自动化产线方式组织生产，而工序标准化程度高的工艺环节仍以专用设备为主，自动化点胶产线和专用点胶设备将分别满足不同工艺的高端制造发展需要，但均需要点胶阀进行点胶作业。

（2）锂离子电池制造领域

1）锂离子电池制造是压电喷射阀的蓝海市场，发行人已成为目前首家及独家导入消费锂电池行业龙头 ATL 的厂商，正积极开拓更多可应用的工艺。

胶粘剂是锂离子电池生产工艺中的重要辅助材料，可实现粘结、绝缘等功能。对于动力电池，用胶量相对较大，主要采用灌封等方式，主流设备为灌胶设备、涂覆设备等；对于消费电池，目前主要采用胶带粘接等方式。

随着对电池能量密度等性能要求的不断提高，生产厂商也在系统性地改进其生产工艺，压缩非活性物质所占质量/体积比例是重要方式之一，如降低胶粘剂含量、减少基材面密度等。压电喷射阀精度高，相较其他封装方式，能够在使用较少胶量的同时达到相同的封装效果。因此，压电喷射阀在该领域具有广阔的应用空间，目前发行人已导入的工艺为宁德新能源科技有限公司（ATL）的消费锂

电池切边包封工艺，动力电池方面亦正在主流厂商开展工艺验证。

2）压电喷射阀在锂离子电池制造领域的主要应用场景及技术要求

锂离子电池制造领域是发行人新切入的应用领域，具体应用场景及技术指标要求具体如下：

工艺类型	技术要求（以公司参与过的具体工艺为例）	目前主流设备	发行人产品应用情况	主流设备的国产化程度
消费锂离子电池切边包封	**技术难点：** 金属棱边在电池侧面且厚度仅 0.6 mm，需要通过喷胶方式完全包封，起到绝缘保护作用；同时为了保证电池整体的导电性，包封过程中不可出现胶液滴落。 **技术指标要求：** 持续运行频率：500Hz 左右 点胶线宽：0.35～0.5mm 最小喷胶量：0.01mg 左右	不存在主流设备，目前主要以胶带等方式包封。	发行人的压电喷射阀已在 ATL 得到应用。 根据对 ATL 的访谈，目前该公司主要使用胶带等其他方式进行包封，计划逐步采用压电喷射阀喷胶包封替代现有工艺。	全新工艺，发行人为 ATL 消费锂电池首家也是目前已将压电喷射阀导入该工艺的供应商。

根据访谈 ATL，该公司在工艺段计划逐步使用压电喷射阀替代现有的胶带包封等工艺。

（3）半导体制造领域

1）随着喷射技术的提升及芯片集成化的提高，压电喷射阀已逐步在半导体制造领域得到应用，市场空间广阔

点胶工艺在半导体封装行业主要应用于固晶工艺及底部填充工艺，具体来看：

①固晶工艺

点胶作为固晶工艺的一道工序，不采用专门的点胶设备，而是将点胶阀搭载在固晶设备中完成。目前固晶设备中主要采用接触式的点胶针头，接触式点胶针头生产效率较低，而设备效率的提升是决定芯片成本的重要因素之一，因此生产厂商也在不断提升各工艺的设备效率以降低生产成本。

相较点胶针头，压电喷射阀效率高，可以较好地提升生产效率，但银浆喷射散点率高，散点会污染引脚，造成芯片短路。因此，压电喷射阀目前并非固晶工艺的主流选择。发行人针对上述应用难点开展了研发攻关，解决了部分固晶工艺中散点问题，经客户工艺验证，散点良率达 99.9%以上，在提高了产品良率和生产效率的同时，还节约了银浆原料成本，发行人已向华天科技实现批量销售。

②底部填充工艺

底部填充的原理是将胶水点到芯片边缘，利用毛细作用将胶水扩散到芯片底部，达到加固目的，增强芯片的抗跌落性能。半导体制程中洁净度要求较高，多采用专用点胶设备实施点胶工艺。

根据底部填充的作用原理，当胶点位置越接近于芯片边缘，KOZ（keep out Zone:非点胶区域）越小，越能更大程度地减少底部填充嵌边，工艺效果越好。喷射点胶不接触到芯片表面，通过喷射微小胶点，可实现更小的 KOZ。因此，目前该工艺的主流选择为搭载气动喷射阀的点胶设备。

相比气动喷射阀，压电喷射阀能够实现更高的胶量精度（衡量指标包括点胶直径、喷胶量、一致性等）及更高的点胶频率（衡量指标包括运行频率等）。随着该工艺对于胶量精度要求的进一步提升，国外品牌厂商的压电喷射阀已进入该领域，压电喷射阀将成为主流选择。

2）压电喷射阀在半导体制造领域的主要应用场景及技术要求

工艺类型	技术要求（注）	目前主流设备	发行人产品应用情况	主流设备的国产化程度
固晶工艺	**技术难点：** 固晶工艺使用的银浆含颗料，易产生散点，容易造成芯片短路，降低良品率。 **技术指标要求：** 持续运行频率：350Hz 左右 点胶线宽：0.3～0.4mm 最小喷胶量：0.015mg 左右 散点良率：99.90%以上	**主流点胶阀类型**：点胶针头； **主流设备类型**：不存在专用点胶设备，将点胶针头直接搭载在固晶设备。	发行人已经进入华天科技部分固晶点胶工艺。	国产化率低，主流的点胶针头以国外品牌为主。 压电喷射阀具有更高的生产效率，随着发行人持续研发，解决不同固晶工艺的喷射散点问题，压电喷射阀有望成为主流选择。
底部填充工艺	**技术难点：** 对设备的运动控制精度、洁净度、稳定性要求较高； 在胶量精度控制方面，主流喷射阀（气动喷射阀、压电喷射阀）均可满足工艺要求。 **技术指标要求（以倒装芯片底部填充为例）：** 持续运行频率：500Hz 左右 点胶线宽：0.3mm 最小喷胶量：0.003mg 左右	**主流点胶阀类型**：气动喷射阀； **主流设备类型**：点胶设备	发行人产品尚未进入该领域。	国产化率低。存量市场以国外品牌为主。

注：固晶工艺以发行人已导入的案例要求为例。底部填充工艺目前发行人尚未导入，以了解到的压电喷射阀已应用的案例要求为例。

3、不同领域对点胶设备的选择情况

（1）不同领域对点胶阀的选择情况

在 3C 电子制造领域，压电喷射阀已成为小微流量的精密点胶工艺的主流选择；在锂离子电池制造领域，压电喷射阀已导入消费锂离子电池制造领域行业龙头 ATL 的切边包封工艺，并成为 ATL 该工艺升级的主流选择，发行人还在进一步拓展消费锂电池及动力电池的更多应用；在半导体制造领域，就固晶工艺而言，发行人及国外部分品牌厂商已导入，发行人针对银浆喷射过程的散点问题，正在持续攻关，逐步实现对原有的点胶针头的替代，就底部填充工艺而言，国外部分品牌厂商已导入，正在逐步对原有的气动喷射阀实现替代，发行人的产品性能与国外领先品牌处于同一梯队，也可在该领域有所开拓。

除压电喷射阀外，3C 电子制造领域、锂离子电池制造领域及半导体制造领域的其他点胶阀选择还有点胶针头、螺杆阀/螺杆泵及气动喷射阀。下游客户选择具体点胶阀时，会综合考虑产品本身特点，点胶精度、效率及成本投入，喷胶量等方面。具体分析如下：

1）产品本身特点

部分产品本身的结构特点导致不适合采用点胶针头、螺杆阀/螺杆泵等接触式的点胶阀，需采用气动喷射阀、压电喷射阀等非接触式的点胶阀，如：

①部分产品结构紧凑、空间狭小，接触式点胶阀的针头难以进入点胶区域。如 LENS 镜头点胶，需要在 0.17mm 的槽中点胶，点胶针头难以进入点胶区域；此外由于胶筒内空气的可压缩特性，出胶量难以保证稳定在工艺需求水平上。

②部分产品表面不平整，接触式点胶阀难以精准控制点胶高度。接触式点胶阀有 Z 轴运动，比较适合平整的表面，表面不平整的情形下，接触式点胶的点胶一致性较差。

③部分产品点胶轨迹复杂，接触式点胶阀难以完成。如涉及曲线、曲面等三维空间点胶，由于接触式点胶对于点胶高度的要求较高，这就要求搭载点胶阀的点胶设备具备三轴联动功能（即 X、Y、Z 轴需同时控制运动），对点胶设备的要求提升，如需单独配置激光测高仪，确定点胶高度，这可能导致点胶设备成本提升，超过使用非接触式喷射阀的成本。

2）点胶精度、效率及成本投入

不同点胶阀产品的点胶精度、效率及成本投入相对比较情况具体如下：

类型	精度	效率	成本
点胶针头	低	低	低
螺杆阀/螺杆泵	中	低	中、低
气动喷射阀	中	中	中
压电喷射阀	高	高	高

注：上表仅代表通常情况，不排除存在特殊情形，如个别厂商部分型号点胶针头的价格高于其他类型点胶阀等。

下游客户在考虑点胶阀的选择时，首先要满足其点胶工艺的需求，在满足工艺需求基础上，再结合固定资产投资预算等其他因素综合考虑。随着工艺升级速度的加快，下游客户在选择时不仅会考虑当前的工艺需求，还会考虑未来工艺升级后的点胶阀需求。结合具体案例分析如下：

①压电喷射阀替代点胶针头

在国内 VCM 生产厂商中，大部分企业目前还采用搭载点胶针头的点胶设备，但像发行人主要客户瑞声科技等厂商，目前主要以自动化产线搭载压电喷射阀生产 VCM。瑞声科技等厂商在选择点胶阀时，主要有以下考虑：

A、部分 OIS VCM（光学防抖音圈马达）的生产过程中，对于点胶量一般要求在 0.01mg 之下，传统的“点胶针头+气动控制器”的配置无法满足该生产工艺的精度要求。

B、瑞声科技主要采用自动化产线组织生产，任何一个工艺段生产效率的降低，均会成为整条产线的产能瓶颈。为提升整条产线的生产效率，客户选择配置效率高的压电点胶阀。

②压电喷射阀替代国外品牌气动喷射阀

以 FPC 板组装（属于 SMT 工序段）的点胶工艺为例，行业龙头鹏鼎控股曾采购发行人的压电喷射阀替代国外品牌气动喷射阀。该工艺制程经过多年的发展已相对标准，点胶设备选型基本稳定，但客户仍会对点胶工艺的精度和效率提出更高的要求。压电喷射阀与气动喷射阀性能对比情况如下：

对比项		压电喷射阀（注 1）	气动喷射阀（注 2）
驱动技术对比		压电驱动，利用逆压电效应将电能转换为机械能。	电磁驱动，利用电磁感应原理将电能转换为机械能
产品精度及一致性对比		精度高： 压电驱动的输出位移精度可达纳米级别，通过微位移放大系统将压电元件的输出位移放大可满足高粘度液体的喷射； 利用控制器配合控制算法可以精确的控制压电元件的充放电从而控制撞针的运动位移、运动速度，满足不同胶粘剂的高频、高精度喷射。	精度相对较低： 通过电磁阀控制气体的开关，从而控制撞针打开和关闭的时间，撞击力的产生是通过调节压缩弹簧的力来实现的，不能准确控制撞针的运动速度和位移，导致点胶精度低； 压缩气体具有可压缩性，高频高压驱动活塞时，压力会波动大，其做为驱动源，会影响点胶的一致性。
性能指标	持续运行频率	1000Hz	200Hz
	最小点胶直径	0.17 ㎜	0.2 ㎜
	一致性误差	±1%	/

注 1：压电喷射阀性能指标系根据发行人压电喷射阀相关指标填列。
注 2：气动喷射阀性能指标中持续运行频率根据安达智能公开信息披露填列，最小点胶直径根据轴心自控 V-7500 的规格参数填列，为同行业公司气动喷射阀的最优指标。同行业公司未披露气动喷射阀的一致性误差。

由上表可见，压电喷射阀的持续运行频率远高于气动喷射阀，工作效率显著提升；最小点胶直径等反映胶量精度的指标方面，压电喷射阀同样优于气动喷射阀，因此压电喷射阀在该工艺的应用不断增加；此外由于驱动原理不同，压电喷射阀的点胶一致性也优于气动喷射阀。发行人通过设备集成商将压电喷射阀应用至鹏鼎控股的 FPC 产线，替换其原使用的国外品牌部分气动喷射阀，提高了点胶效率和精度。

3）从喷胶量方面考虑

目前，非接触式点胶阀更适用于小微流量，螺杆阀及螺杆泵更适用于中小流量。如笔记本屏幕粘接等所需胶量较多的工艺，目前主要采用螺杆泵，而手机屏幕粘接等所需胶量较少的工艺，目前已开始采用气动喷射阀、压电喷射阀等非接触式点胶阀。

（2）压电喷射阀的需求发展情况

结合上述分析，随着下游应用领域中点胶工艺的整体升级，压电喷射阀的需求将随之提升。发行人压电喷射阀的应用将呈现以下特点：

1）主流应用领域存量市场的更新换代：3C 电子制造领域是压电喷射阀最主要的应用领域之一，发行人的产品已在 3C 电子制造众多细分领域得到应用，在

声学器件龙头瑞声科技、歌尔股份的同类产品采购占比中，更是处于较高水平，其中瑞声科技约占 80%～90%，歌尔股份约占 40%。压电喷射阀作为核心部件，使用周期相对整机设备更短，发行人产品在存量市场的更换空间巨大。

2）向国外品牌占据的市场渗透：在 3C 电子制造的可穿戴设备、智能手机组装等细分领域及半导体制造领域，目前仍以国外品牌的压电喷射阀为主导。发行人的产品性能指标已达到行业领先水平，品牌知名度逐步提升，凭借本土化的快速响应优势及智能装备国产化率的整体提升，有望获取更多国外品牌现有主流市场。

3）向其他点胶阀占据的市场渗透：发行人持续研发投入，快速进行产品升级迭代，形成新、老产品系列，随着下游点胶工艺要求的整体提升，通过差异化的价格策略，发行人有望获取现有点胶针头、气动喷射阀产品的主流市场。

4）持续开拓新兴应用领域：基于对压电驱动精密流体控制技术的全面掌握及丰富的工艺数据库，发行人还在持续拓展公司产品的应用领域，报告期内已拓展了消费锂离子电池制造领域，未来发行人还将在半导体、锂离子电池、光伏、汽车电子、生物医疗等领域深度挖掘。

（3）发行人压电喷射阀产品的竞争优势

1）从产品设计到装配检测，核心技术自主可控

发行人专注于压电驱动精密流体控制技术的研发及产业化，针对压电驱动精密流体控制技术实际应用中的各项基础问题进行了自主研发，掌握了多项核心技术，自主设计了压电喷射阀的硬件结构与软件算法。

根据多年的实践，发行人已自主掌握了丰富的工艺数据库，可根据不同下游应用，对压电喷射阀的流道结构、撞针喷嘴模块及软件算法进行调整，实现不同的点胶需求。

发行人自主研发设计产品零部件的性能参数、加工工艺参数及指标，交由并指导专业厂商按照这些参数和指标进行生产、检验和交付，确保产品的核心技术水平和产品性能达标。在装配检测环节，发行人根据长期业务实践中积累的工艺诀窍，利用自主设计的装配方法、测试仪器等，提升了产品的性能，提高了产品

间的一致性。

发行人从产品设计到装配检测均具有自主研发的核心技术，能够满足下游客户复杂多样的点胶需求，具有相对竞争优势。

2）产品性能指标已达到行业领先水平，不断拓展压电喷射阀的应用领域

发行人的压电喷射阀产品性能已达到行业领先水平，发行人还在不断拓展压电喷射阀的应用领域，主要表现为：

①发行人不断拓展压电喷射阀的下游应用

除 3C 电子制造，发行人还将压电喷射阀应用于消费锂电池的切边整形包封，成为首家也是目前独家引入 ATL 的压电喷射阀供应商；此外，发行人通过自主研发，解决了部分固晶工艺银浆喷射的散点问题，将压电喷射阀导入华天科技的固晶工艺。

②发行人持续开发压电喷射阀的新技术、新产品和新工艺

发行人通过自主研发，不断进行产品迭代，目前压电喷射阀产品已更新到第四代产品，预计于 2022 年推出第五代产品，在产品迭代中，发行人不断提升压电喷射阀的使用寿命，点胶精度、效率及一致性，使用及维护的便捷性。

针对压电喷射阀噪声大的特点，发行人正在研发噪声控制技术，该新技术采用声波降噪原理，波峰波谷对消，可达到明显降噪，改善工作环境的目的；针对双组份胶液混合后粘度发生变化导致喷胶量不稳定的情况，发行人开发了双组份压电喷射阀，设计了高置换率的流道结构，减少双组分胶水混合后在流道内固化的现象，并设计制冷保温装置，保持胶液的稳定性，减少液固相变的问题，目前该产品已形成样机，正处于工艺验证阶段；针对半导体固晶工艺中银浆喷射易造成散点，污染引脚，引起芯片短路的问题，发行人开发掩模板散点控制方法，实现散点控制，使压电喷射阀在更多固晶工艺中得到广泛应用。

由于发行人的产品性能已达到行业领先水平，还在持续开发新产品、新技术及新工艺，拓展产品的应用领域，持续保持产品性能的先进性，能够为客户提供更好的产品，具有相对竞争优势。

3）产品价格较国外品牌具有竞争力，且具有本土化快速响应服务的优势

报告期内，发行人压电喷射阀的平均单价（不含税）分别为 3.06 万元/套、2.96 万元/套、2.81 万元/套和 2.59 万元/套万元，而国外品牌产品单价（不含税）仍在 4～6 万之间（以发行人采购 VEMES 喷射阀的价格为例），发行人的产品性能已与国外品牌处于同一梯队，但产品价格更具竞争力。

此外，发行人基于与主要客户的长期合作，深入了解了客户的需求及痛点，能够针对性地对压电喷射阀的流道结构、撞针喷嘴模块及软件算法进行开发，快速响应客户需求。

4）压电喷射阀是发行人报告期内的主要产品，工艺成熟，产能稳定

自 2014 年推出压电喷射阀以来，发行人的压电喷射阀的设计、生产及检测流程已相对成熟，能够稳定供应合格产品。而国内同行业公司安达智能 2018 年、2019 年、2020 年和 2021 年 1～6 月，分别自制压电喷射阀 28 个、69 个、90 个和 28 个，数量较少；根据轴心自控的公开资料，其于 2017 年才推出自研的压电喷射阀；铭赛科技 2017 年前主要向发行人采购压电喷射阀。上述三家国内同行业公司，除铭赛科技外，安达智能及轴心自控的压电喷射阀以配套自身点胶设备为主，未单独形成规模销售。

因此，发行人的压电喷射阀在国内同行业公司中，具有先发优势，且生产规模较大，产能供应稳定。

（二）衡量压电喷射阀的核心技术水平、产品性能的关键指标；上述关键指标是否依赖于核心原材料，如是，与国内外竞争对手相比，发行人是否具备该等关键原材料的自主研发及加工生产能力，是否符合行业惯例；如否，发行人在外购核心原材料的基础上，在生产环节和核心工艺上如何体现核心技术先进性，有何难点突破；

1、衡量压电喷射阀的核心技术水平、产品性能的关键指标

衡量压电喷射阀产品性能的关键指标及其具体含义如下：

指标名称	含义	发行人产品最高指标水平	与行业最高技术水平之间的比较情况

持续运行频率	阀体正常生产时每秒钟喷射的点数，运行频率越高，可实现的点胶速度越快，满足更高的生产效率。	1000Hz	行业最高水平为1200Hz，发行人与行业最高水平存在一些差距，但实际工况中运行频率一般为300～500Hz
瞬时最高频率	阀体短时间内每秒钟喷射的点数，瞬时频率越高，压电喷射阀的爆发速度越强。	1500Hz	行业最高水平3000Hz，发行人与行业最高水平存在一些差距，但实际工况中运行频率一般为300～500Hz
最小点胶直径	最小点胶直径是指压电喷射阀喷射后下落至物体表面的胶点的最小直径，数值越小，代表点胶精度越高。	0.15mm	发行人已处于行业领先水平
最小点胶线宽	最小点胶线宽是指压电喷射阀喷射出的最小胶线的尺寸，数值越小，代表可以在更小的缝隙内点胶，可实现的点胶精度更高。	0.17mm	发行人已处于行业领先水平
最小喷胶量	最小喷胶量是指压电喷射阀最小可以实现的单点喷射量，数值越小，代表可以在更小的空间内点胶，可实现的点胶精度更高。	0.3nL	发行人已处于行业领先水平
一致性误差	压电喷射阀点胶时会根据具体的工艺要求，设定好目标出胶量，实际出胶量与目标出胶量的差值称为一致性误差，该值越小，代表喷射阀的出胶量越稳定，点胶量越接近目标值，产品的良率也就越高。	±1%	发行人已处于行业领先水平
使用寿命	压电喷射阀实际工作中压电元件可承受的充放电的脉冲总次数，数值越高，压电喷射阀使用寿命越长，客户使用成本越小。	10亿次(注)	发行人与美国诺信、德国微密斯等国外品牌处于同一水平

注：该使用寿命是发行人的质保使用次数，并非发行人产品使用次数的上限。

从产品性能指标来看，发行人的压电喷射阀的技术水准已与行业领先品牌美国诺信、德国微密斯及马科等处于同一梯队，达到了行业领先水平。

上述产品的关键指标属于量化指标，除量化指标外，衡量压电喷射阀的核心技术水平、产品性能的关键因素还包括：

（1）解决下游客户实际应用难点的能力，即能否通过掌握的核心技术解决下游实际应用过程中的工艺难点

发行人通过综合运用核心技术，针对客户工艺难题定制化开发撞针喷嘴等硬件结构以及软件算法，解决散点、挂胶、气泡控制和稳定性等工艺难点，积累了丰富的工艺数据库。工艺数据库是指发行人将各工艺按照技术特点进行分类，总结解决此工艺的关键方法，包括阀体结构、撞针喷嘴等硬件配置及软件算法的参数等所形成的数据库。目前，发行人已形成数十种压电喷射阀阀体结构，上百种撞针、喷嘴撞击模块，其搭配组合可满足各类液体的微量喷射的工艺需求，在遇到新工艺需求时，发行人将新工艺与数据库中相关工艺进行对比，对类似工艺可以快速形成技术方案，提升了客户响应速度。

发行人产品的工艺覆盖度和开发能力处于行业领先水平，下表以实际应用案例的方式说明发行人产品工艺应用能力的优势和技术先进性：

序号	主要工艺难点	技术要点	工艺	具体工艺难点	技术方案	发行人产品工艺效果
1	散点	控制算法+特殊材料喷嘴配置	半导体固晶封装	银浆颗粒易产生散点，点胶过程不易擦胶，同时撞针喷嘴易磨损。该工艺散点良率要求高，且要求芯片压合后不溢胶，底部填充饱满均匀。	1、采用纹波控制算法，保证电压输出的平稳性，减少因电压不稳而造成的撞针运动不稳的现象 2、采用蓝宝石撞针，寿命是常规撞针的四倍以上	喷胶后的胶水图形圆润，饱满，有利于产品的芯片四周胶量均匀溢出；喷胶位置及大小的一致性较好；散点良率提高至 99.9%以上。 经访谈客户华天科技，该公司该工艺此前采购国外知名品牌的压电喷射阀进行测试，但未满足需求。发行人的产品通过了产品验证及可靠性测试，开始批量供货。
2	双阀对喷	控制算法+撞针喷嘴配置	消费锂电池铝塑膜切边整形包封	在较高机台速度下对厚度 0.6mm 的金属棱边进行 C 型包封，效率要求高，需要上下两个阀对喷点胶，下阀需倒挂喷胶，且无漏铝情况。	1、定制开发驱动控制算法，利用高频晶振做计时器，通过 PID 算法精确控制双阀异步喷胶时间差，避免了双阀对喷时的碰撞问题 2、采用加长撞针和喷嘴，适应客户不同厚度的电芯	生产良率 98％～99.6％，实现倒立对喷点胶。 经访谈客户 ATL，仅发行人产品实现了该工艺方案。
3	气泡	控制算法+喷嘴、密封件结构设计	笔记本电脑显示屏电路板点 UV 胶	胶水不能溢到电路板外，胶高不超过限制，不能产生气泡。	1、优化密封件结构 2、优化喷嘴出口结构 3、优化控制程序，控制撞针的运动速度	良率达到 99.5%。 经访谈客户立讯精密，在该工艺验证时，仅发行人产品达到了该良率要求。
4	稳定性	控制算法+撞针喷嘴配置	数据线 PCBA 线路板点 UV 胶	胶重 0.08mg，胶重较小难以控制稳定性。	1、采用加长的撞针配置，可以将喷嘴靠近需要点胶位置，点胶位置更精准，搭配出胶稳定性好的喷嘴，方便喷嘴清洁 2、采用压电元件微位移闭环控制算法保持出胶稳定性	良率 99%～99.5%。 经访谈客户立讯精密，在该工艺验证时，仅发行人产品达到了该良率要求。
5	挂胶	流道结构设计+擦拭结构设计+参数设置	扬声器点硅胶	硅胶遇湿气易固化，会频繁挂胶导致无法连续生产，影响产量和良品率。	1、优化喷嘴内部结构 2、优化流道结构，改变胶水在管道内的流动特性 3、配置定制化擦拭结构 4、优化点胶参数，保证合适的供胶量，又能控制撞针顺利喷出胶液	良品率 99%，不易挂胶，结合自动擦胶方案可长时间连续生产。 经访谈客户歌尔股份，仅发行人产品通过该工艺验证并批量供货。
6	同一工序中有不同胶量要求	变频控制算法	VCM 铆点包覆	VCM 产品上铆点直径大小不同，大铆点需要三个脉冲覆盖，且撞击力度不能设置过大，过大之后容易有散点；小铆点只需要一个	开发变频点胶控制算法，在同一产品不同位置实现不同参数和不同频率的点胶作业	发行人产品可对两种铆钉进行不同参数的连续点胶，满足客户要求。 经访谈瑞声科技，仅发行人产品通过该工艺验证并批量供货。

				脉冲，单脉冲喷射需要大力度出胶才能保持稳定。		
7	极细线宽	控制算法+撞针喷嘴结构设计+参数设置	手机摄像头LENS 镜头贴装	要求 0.17mm 的极细点胶线宽，同时喷射高度较高，容易产生散点。	1、采用轻质撞针，设计尖喷嘴，解决受外部结构干涉问题 2、采用纹波控制算法，保证电压输出的平稳性，减少因电压不稳而造成的撞针运动不稳的现象 3、优化点胶参数，改变撞针速度，既可以保证顺利喷射，又不会因撞击力过大而产生散点	良品率 98%～99%，散点少。 经访谈客户瑞声科技，由于发行人产品整体表现较好，因此供货量更大。
8	高速喷射	控制算法+喷嘴、流道结构优化	太阳能光伏板电池片叠瓦点银浆	叠瓦机台速度在 800mm/s 以上，且喷胶量大，压电喷射阀连续工作频率需高达 850Hz，压电元件温度较高，导致输出位移发生变化；同时银浆会堵塞喷嘴，需要定时排胶。	1、采用微位移闭环控制算法，控制输出位移一致性 2、设计锥孔喷嘴座，保证高频率下的供胶稳定性 3、设计定制锥孔喷嘴，确保不堵喷嘴	生产良率达到 99.9%，喷嘴不会堵塞。 经访谈客户苏州沃特维自动化系统有限公司，前期该公司采购国外品牌产品，发行人的产品达到国外产品的水平，因此转为向发行人采购。
9	使用寿命	散热结构设计	扬声器点热熔胶工艺	点胶频率在 400Hz 左右，点胶频率高，同时热熔胶加热温度高，压电元件工作温度高，设备使用工况较为恶劣。	采用压电元件控温技术，降低压电元件长时间工作温度，显著提高压电元件寿命	使用寿命满足 10 亿次以上。 经访谈客户瑞声科技，发行人产品使用稳定性好，供货量更大。
10	喷嘴堵塞	设计特殊材料撞击结构+参数设置	手机振动马达点厌氧胶	厌氧胶易固化，堵塞喷嘴，无法喷射。	1、设计陶瓷撞针喷嘴 2、设计惰性材质流道，避免和厌氧胶化学反应，同时保证机械强度 3、优化点胶参数，调节至合适的频率，让撞针高速运动对胶水性质产生的影响降到最低，同时保证足够的撞击力	喷嘴不易堵塞，延长了保养周期至两天一次。

（2）新产品的开发能力，即能否通过掌握的核心技术持续开发新产品，体现了技术的延展力

发行人通过自主可控的压电驱动精密流体控制核心技术体系不断进行压电喷射阀技术迭代和升级，保持产品技术行业领先，能够更好、更快地满足行业技术更新以及下游客户不断改进和提升的使用需求，是衡量发行人压电喷射阀核心技术水平的关键因素。

发行人双组份压电喷射阀、双压电驱动控制点胶技术、真空点胶工艺等新产品、新技术、新工艺开发的具体情况参见本问询回复问题 2 之“一、（三）2、发行人应对价格下行以及市场竞争情况进行的新技术、新产品或新工艺的研发情况和储备情况，与行业技术迭代和需求的匹配情况”。

发行人压电驱动精密流体控制技术具备良好的延展性，除压电喷射阀外，还开发了压电比例阀、压电超声波流量控制器等压电驱动精密流体控制核心部件，具有较强的产品开发实力，具体情况参见本问询回复问题 2 之“一、（五）结合最近一年新增销售产品情况，逐项说明该等新产品的市场容量、竞争格局、发行人地位及其产品和技术的优劣势，说明国产参与情况并分析原因”。

2、发行人对核心原材料具有自主研发能力，通过专业生产厂商加工生产，符合行业惯例

发行人对核心原材料具有自主研发能力，但加工生产环节则由专业厂商进行生产或定制，这符合现代制造业分工专业化、精细化的特征。发行人专注于研发核心原材料的性能参数、加工工艺参数及指标，交由并指导专业厂商按照这些参数和指标进行生产、检验和交付，确保发行人产品的核心技术水平和产品性能达标。

根据铭赛科技公开信息披露，铭赛科技关键零部件主要以通用型采购及定制化采购方式保障供应；根据安达智能公开信息披露，安达智能对于部分核心原材料实现了自制，但压电喷射阀、光源、直线电机定子动子、驱动器等外购比例较高。因此国内同行业公司采用与发行人相同的生产方式。国外同行业公司亦采用与发行人相同的生产方式。

综上所述，发行人对核心原材料进行性能参数、加工工艺参数及指标的自主研发后，交由并指导专业生产厂商加工生产，符合行业惯例。

3、核心原材料加工制造过程的流程管理、技术保护、质量控制具体措施

（1）流程管理

1）发行人制定了《采购管理制度》《供应商管理制度》等文件，采购部、研发部和质量管理部根据是否拥有生产资质、满足质量管理体系、具备生产及供货能力等进行合格供应商准入评定，以规范供应商的选取和管理。

2)生产部根据生产计划提出物资需求，采购部根据库存情况制定采购计划。

3）采购计划由运营总监审核通过后，采购部在合格供应商中进行询价比较和交期确定，同时由专员发送经加密的图纸交由供应商试样，研发部根据试样结果给出技术合规性评价。

4)采购部结合各部门综合评估的结果确定供应商，由财务部审核订单价格，并向供应商发出订单。

5）原材料到货后由质量管理部进行检测，经检测合格后入库。

（2）技术保护具体措施

1）发行人与核心原材料的供应商签订了保密协议，约定了泄密处罚及赔偿措施。

2）发行人对所有外发的图纸进行了加密处理，并由专员发送给相应的供应商。

3）发行人将同一产品的核心部件分模块分发给不同的供应商，以确保单一供应商只接触部分核心零部件。

4）发行人定期现场检查供应商保密措施是否完善。

（3）质量控制具体措施

1）发行人每年会对合格供应商进行评价，从供货质量、及时性、稳定性、产品价格等综合指标对供应商进行考核评价，根据评价结果对合格供应商进行保

留或淘汰。

2）发行人设有质量管理部，对定制机加件的来料进行严格检验，合格之后才可入库。发行人质量管理部配备有影像测量仪（检测精度 5μm）、激光测微仪（检测精度 0.001μm）等精密仪器，可有效检测定制机加件是否符合公司图纸的设计参数要求。

3）装配过程中，发行人制定了严格的生产工艺流程和生产工艺标准，并设有生产过程检验流程，以确保产品按标准生产。

4）产品在出厂前会进行严格的出厂检测，包括输出位移检测、漏电检测、气密性检测等多个环节，确保出厂产品符合质量要求。

4、发行人压电喷射阀的核心技术水平、产品性能的关键指标不依赖于核心原材料的加工生产

压电喷射阀的核心技术水平、产品性能的关键指标主要取决于核心技术自主可控及产品整体方案的自主设计、关键原材料的设计参数和软件算法的自主研发、核心生产工艺的自主开发三方面，具体如下：

（1）核心技术自主可控及产品整体方案的自主设计

发行人针对压电驱动精密流体控制技术实际应用中的各项基础问题，对高频驱动算法、微位移放大机构、闭环控制系统和算法、高精度驱动电源、散热结构以及撞针喷嘴模块、流道结构等进行了自主研发，掌握了多项核心技术，并自主设计了产品整体方案。产品整体方案设计主要包括整体结构动力学模型分析以及热力学分析。

1）整体结构动力学模型分析

压电元件、杠杆放大结构、撞针复位弹簧以及撞针在液体内运动受到的粘滞力组成复杂的质量-弹簧-阻尼系统，其运行受到压电元件的刚度、有效质量，杠杆的质量，复位弹簧的刚度，撞针的质量和阻尼系数，压电元件作用点与杠杆支点的距离等众多关键参数影响。

发行人应用动力学分析软件对以上关键参数分别进行计算，分析对喷胶性能

的影响，从而获得了最优的系统参数。

2）整体结构热力学分析

压电喷射阀在喷射热熔胶时，需要分别对胶水和流道加热到120℃～220℃，同时，压电元件高频工作时会发出大量的热量，但压电元件的工作温度不能超过150℃。

发行人通过对整体结构的热力学分析，设计了隔热结构用于减少胶水和流道加热对阀体的热辐射，同时设计了独特的高效散热技术，通过快速带走压电元件高频工作时产生的热量，将压电元件的工作温度控制在最佳区间，使压电喷射阀在高温作业下的疲劳寿命提高到 10 亿次以上。

基于对核心技术的掌握，以及对产品的自主设计，发行人能够快速响应客户复杂的点胶工艺需求，并且自主推动技术和产品的多次迭代升级，使发行人核心技术和产品保持行业领先地位。

（2）关键原材料的设计参数和软件算法的自主研发

1）关键原材料

发行人对压电元件、撞针喷嘴模块、杠杆放大机构、流道结构等关键原材料进行了自主研发和工艺参数设计。

①压电元件

压电元件是由压电材料与其它部件以某种方式构造形成、并通过逆压电效应转换电能而形成振动或位移等机械能，进而表现出动力驱动能力的一类标准元件，其生产材料及工艺都非常成熟，供应商可根据发行人的参数要求提供合格产品，市场供应充足。

压电元件的各项参数之间相互影响，是一个复杂系统。发行人重点研究了压电元件的压电常数、介电常数、刚度、机械品质因数等几个重要参数，通过数学模型、多参数正交试验等技术方式，充分考虑压电喷射阀的应用场景（撞击力大，高频，散热，需要放大位移输出且一致、可控），最终确定了最优各个参数组合数据。

压电元件具有固有的迟滞、蠕变以及超调失稳等缺点，输出位移小，简单的组装不能实现其功能。发行人的核心技术在于通过驱动电路和算法对压电元件进行精密控制，实现压电元件的精密位移输出。发行人通过压电元件高频驱动技术、压电元件微位移反馈闭环控制技术、压电元件微位移放大技术、压电驱动电源电压精确控制技术及压电元件控温技术等多项核心技术，提升了压电元件在工作频率、稳定性、精确度、驱动力及使用寿命等方面的性能，进而结合其他硬件结构、控制系统等形成产品整体对流体的精密控制能力。

②撞针喷嘴模块

撞针、喷嘴是压电喷射阀撞击单元的重要结构部件，是按照发行人图纸设计参数、加工工艺参数进行定制的机加件，供应商严格按照发行人提供的设计参数和加工工艺参数进行生产、检验和交付，产品性能的关键指标依赖于其内部结构的设计参数、尺寸链以及形位公差等。

发行人根据点胶应用场景的工艺要求、所使用的胶水特性，并结合流体力学、数学模型的分析、仿真，分别对撞针运动行程、撞针运动速度、撞针半径、喷孔直径、喷孔长度、喷嘴锥角、流体粘度等影响喷射效果的核心影响因素进行了仿真分析计算。经过长期的研发测试和不断改进，获得最优参数，设计出多种撞针喷嘴模块，使公司压电喷射阀具有广泛适用性。如针对含颗粒胶液易堵塞喷嘴问题，发行人通过对多相流体的流动分析，将常规直孔喷嘴，设计为锥角过渡喷嘴，在显示模组银浆喷胶工艺中实现了稳定喷射，不堵塞喷嘴。

同时，发行人通过加设弹簧蓄能结构、设计特殊的喷嘴结构等方法，提高撞击模块的耐冲击疲劳强度，延长撞击模块的使用寿命，形成了适应多种胶液的耐疲劳、长寿命撞击单元的设计技术。

③杠杆放大机构

杠杆放大机构是将压电元件微位移进行放大的关键结构件，在压电元件的作用下驱动撞针撞击喷嘴，当撞针撞击喷嘴时，杠杆会受到撞击所产生的反作用力，在高频冲击力作用下，可能会在应力集中及薄弱处发生变形、断裂等现象。

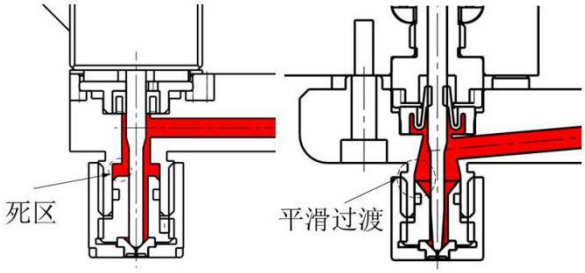
发行人通过刚度和强度的计算校核，并利用仿真软件对其进行动力学、静力

学的分析，以及模态分析杠杆的固有频率，进行杠杆的材料选型以及结构尺寸和公差设计，并对热处理工艺参数进行了改进与优化，保证杠杆放大机构在高频运动中不产生变形和断裂风险。经过大量验证测试及数据积累，杠杆放大机构可以准确将压电元件输出的微位移按照设计的倍数进行放大，实现不同胶液的喷射。供应商严格按照发行人提供的设计参数和加工工艺参数进行生产、检验和交付。

④流道结构

流道结构是胶液在阀体内流动的通道，直接与胶液接触，需要保证流体在流道内可自由顺畅流动。

结构设计方面，发行人依据流体力学对流道进行仿真分析，在综合考虑功能性及后期维护的便捷性后，确定了流道结构的机械结构与尺寸公差，避免胶液出现流动“死区”，阻碍后续流动，同时方便维护。如下图所示，左边流道结构内存在死区，右边为发行人流道结构，采用锥角过渡消除死区，避免胶液长时间不流动导致的变质，影响喷胶稳定性。



材料加工工艺设计方面，由于流道在不同的点胶应用场景下会与多种胶液接触，因此需要对流道材料进行热处理。发行人也对供应商的热处理工艺参数进行了改进和优化，供应商严格按照发行人提供的设计参数和加工工艺参数进行生产、检验和交付。

2）软件算法

发行人通过自主开发的软件算法解决压电驱动实际应用中的高频驱动控制、高分辨率电源电压控制、微位移反馈闭环控制等基础问题以及特殊工艺难题，形成的主要算法及其先进性和优势如下：

序号	算法	技术先进性	较同行业可比公司的技术优势
1	电源电压无模型自适应控制算法	该算法通过调节 PWM 占空比，可实现电压上升时间和下降时间的控制，驱动电源电压分辨率达到 0.1V，充放电时间分辨率为 1μs，最终实现喷胶量的精确控制，应用于“压电驱动电源电压精确控制技术”。	发行人应用该算法将驱动电压波形的充电过程进行分段处理，提升前半段的充电速度，降低后半段的充电速度，配合专用撞针喷嘴解决了小米窄边框手机 80%高宽比中框点胶的工艺问题，同行业公司大多只能将高宽比维持在 50%。
2	纹波控制算法	采用卡尔曼滤波方程滤除外界所形成的高频冲击干扰，降低压电高频驱动的颤振与超调，提升压电元件工作的平稳性与可靠性，应用于“压电元件高频驱动技术”。	发行人应用该算法保证电压输出的平稳性，减少因电压不稳而造成的撞针运动不稳的现象，并通过优化流道喷嘴结构，将压电喷射阀应用于半导体固晶封装环节中，将银浆散点良率提高至 99.9%以上，成功导入华天科技的固晶设备中，目前，无其他品牌产品导入该工艺。
3	位移反馈闭环控制算法	该算法对压电驱动过程施加反馈闭环控制，可实现对位移量的实时监测和调整，显著提高压电喷射阀和压电比例阀输出的一致性和可靠性，可有效降低压电驱动中的迟滞与蠕变的影响，应用于“压电元件微位移反馈闭环控制技术”。	发行人利用该算法将点胶一致性误差减少至±1%，达到行业领先水平，实现了较高的胶量一致性，在平板电脑/笔记本/mini-LED 长线条点胶工艺中保证了长线条的起始和结尾出胶量和线宽的稳定性。
4	双阀异步控制算法	该算法针对 ATL 消费锂电池包封工艺定制开发，利用高频晶振做计时器，通过 PID 算法精确控制双阀异步喷胶时间差，实现双阀对喷。	发行人应用该算法，控制双阀高频喷胶的错位时间差，避免了双阀对喷时的碰撞问题，实现了 0.6mm 金属棱边的 C 型包封，成为首家也是目前已将压电喷射阀导入消费锂电池电芯生产工艺的供应商。
5	变频点胶控制算法	该算法用于同一工序中对点胶线径和点径有不同要求的工艺。发行人通过变频算法可以控制压电喷射阀在不同时点实现不同胶量参数和不同频率的点胶作业。	发行人应用该算法，控制压电喷射阀点胶参数和工作频率，在同一产品上实现了不同线宽和工作频率的点胶工艺要求，满足了瑞声科技 VCM 产品上不同直径的铆钉进行点胶覆盖工艺，成为该工艺供应商，目前，其他品牌未通过验证。

（3）核心生产工艺的自主开发

在具体产品的装配、测试中，发行人根据长期业务实践中积累的工艺诀窍（Know How），能更好地生产装配出符合设计要求的产品，这也是发行人压电喷射阀性能指标领先的关键因素之一。在核心生产工艺中，发行人的核心技术先进性及突破的工艺关键点具体如下：

序号	生产环节	核心工艺	工艺目的	工艺关键点	先进性的体现
1	压电组件装配	粘接工艺	避免压电元件在工作过程中受到侧向力	涂胶厚度控制 定位精度控制 保压压力控制 保温温度控制	使得压电喷射阀的瞬时最高工作频率达到 1500Hz，使用寿命提高到 10 亿次，处于行业领先水平。
		防潮工艺	提高压电元件对工作环境的适应性	涂层材料 涂层厚度 固化工艺	
		绝缘工艺	对压电元件进行静电保护	绝缘材料	
2	阀体结构装配	压电组件安装工	避免压电元件在	预紧力控制	提高压电喷射阀

		艺	工作过程中受到侧向力	同轴定位	的点胶精度及阀与阀之间点胶一致性。
		杠杆放大机构组装工艺	保证放大倍数一致性	水平度校准 同轴定位 磨合后水平度二次校准	
3	产品测试	漏电测试	保证出厂产品的一致性	自主研发的漏电测试仪	提高使用寿命，降低故障率。
		气密性测试		撞针喷嘴磨合测试，达到更好喷射效果	减少喷射挂胶，提高点胶精度。

通过上述核心生产工艺，有助于提升压电元件的使用寿命，压电喷射阀的点胶精度及一致性。

（三）结合点胶产品硬件结构与软件架构设计方面的技术来源及发展过程，说明发行人产品在设备管理、程序操作、软件算法、系统标定和参数配置等方面技术先进性的体现，较同行业可比公司是否具备技术优势；

1、点胶产品硬件结构与软件架构设计方面的技术来源及发展过程

发行人压电喷射阀及智能点胶机器人系统产品硬件结构与软件架构设计方面的技术均来源于自主研发，基于自身技术体系进行技术创新和产品迭代，具体情况如下：

（1）压电喷射阀

发行人创始团队从 2002 年起从事压电驱动与控制技术的理论研究，曾承担多项国家级科研项目，积累了深厚的压电理论基础知识。公司设立后，致力于压电驱动精密流体控制技术的产业化，研发成功并于 2014 年率先在业内推出国产压电喷射阀。

经过多年持续的研发投入，在硬件结构与软件架构设计方面，发行人进行了多次技术升级，实现了产品快速迭代，具体过程如下：

代数	硬件结构	软件架构
第一代	1、利用“压电元件微位移放大技术”、“适应多种胶液的耐疲劳长寿命撞击单元设计技术”，设计微位移放大结构、撞针喷嘴结构； 2、设计惰性涂层流道结构，解决了厌氧胶在喷射阀内固化的应用难点。	利用“压电驱动电源电压精确控制技术”解决压电元件高频驱动算法和驱动电源设计问题。
第二代	1、研究压电元件热交换技术，形成了“压电元件控温技术”，利用该技术设计出压电元件散热装置，寿命从 8000 万次提升至 10 亿次； 2、设计特殊平滑模喷嘴撞针，解决热熔胶喷胶气泡问题； 3、在国内率先引入流道快拆技术。	利用“压电元件高频驱动技术”完善升级压电驱动控制电路，优化软件控制算法，减少压电元件高频工作产生的热量对寿命的影响，将持续运行频率提高至 800Hz，最小点胶直径达到 0.25mm，最小点胶线宽达到 0.3mm。
第三代	1、优化杠杆放大机构，提高高频工作时的稳定性； 2、优化流道结构设计，降低了密封耗材的使用成本，延长了维护周期，提升了维护效率。	1、对“压电元件高频驱动技术”进行了深入的挖掘开发，提升高频驱动控制能力，将持续运行频率提高至 1000Hz； 2、优化“压电驱动电源电压精确控制技术”，升级驱动和控制电路以及软件算法，实现驱动电压分波段控制，提升了点胶的精度，最小点胶直径达到 0.2mm，最小点胶线宽达到 0.25mm； 3、设计压电控制器标准通讯接口，上位机可对作业数据信息进行实时监控和交互。
第四代	1、进一步优化升级快拆结构，在保证安装定位精度的同时，方便了流道的快速维护保养； 2、形成丰富的工艺数据库，撞针喷嘴种类累计上百种。	1、开发完成“压电元件微位移反馈闭环控制技术”，实现喷胶量的自适应调节，将一致性误差降低至±1%； 2、优化升级驱动和控制电路，降低压电高频驱动的颤振与超调，消除高频功率器件的功率漂移，提升了压电元件高频工作时的输出精度，最小点胶直径达到 0.15mm，最小点胶线宽达到 0.17mm； 3、控制器内设网络连接程序，可对接客户设备管理系统，实现工业互联管理。
第五代	1、开发双压电驱动控制点胶技术、喷胶监测技术、流道组件内流体液固相变控制技术等新技术，进行压电喷射阀的性能提高和功能完善； 2、针对客户现场使用智能性、维护便捷性进行迭代，各项参数的调节可实现数字化定量化，大幅减少人为调试因素的影响，延长产品的维护保养周期，可以减少因维护保养造成的产能损失。	

（2）智能点胶机器人系统

发行人于 2019 年推出自主开发的智能点胶机器人系统，起步较晚，但发展较快。发行人产品的硬件结构与软件架构均来源于自主设计，具体情况如下：

硬件结构	软件架构
1、采用整体机架和一体加工成型的设计理念，相较于矿物质铸造设计的脆性特征，发行人机架设计更能适应于高速运动和大冲击加速度，GD-800（直线电机驱动版本）产品最大运动速度达到 1,500mm/s，最大加速度达到 1.5G，已达到同行业披露的最高水平。 2、传动方式由最初的丝杆传动发展为直线电机配合光栅尺传动，大幅提高设备精度，且维护简单。 3、基于对点胶工艺的理解和适应，将设备硬件根据客户产品工艺需求形成不同功能配置模块和组合，在标准机主体基础上进行小幅修改即可匹配新客户的新需求。	1、总结各行业工艺特点，把不同方式、不同种类的运动控制系统封装为统一的上层调用接口，架构成更为便捷的多功能模块，并设计简单易懂的配置界面，提取最核心的功能进行二次封装，转换为对应的软件模块，实现了软件架构设计的通用化、模块化、柔性化，可用于多种设备的控制，形成了“高柔性模块化运动控制系统技术”。 2、通过独有的集成算法，结合运动控制和图像视觉技术研发形成“视觉运控点胶融合控制系统技术”，可通过视觉实时识别、匹配、补偿并引导机构运动，解决治具定位不一致的问题，大幅提高点胶位置与胶量的控制精度。

发行人通过硬件结构和软件架构的融合设计，在实现最大运动速度 1,500mm/s、最大加速度 1.5G 的同时，可以实现±15μm 的定位精度和±7.5μm 的重复精度，在高速高加速度工况下的定位精度和重复精度指标达到行业较好水平。

2、发行人产品在设备管理、程序操作、软件算法、系统标定和参数配置等方面技术先进性的体现，较同行业可比公司是否具备技术优势

设备（信息）管理、（控制）程序操作、软件算法、系统标定和参数配置等属于点胶设备软件系统的功能性模块。压电喷射阀作为点胶设备或自动化产线中的点胶执行系统，负责执行点胶喷射作业，其控制器内部集成度高，软件操作简单，易于客户使用。压电喷射阀也具有设备（信息）管理、（控制）程序操作、软件算法、系统标定和参数配置等模块，但与点胶设备软件系统有所区别。

（1）压电喷射阀

1）设备（信息）管理方面

①压电喷射阀作业过程中的点胶参数信息均存储在控制器中，可以进行数据调取；压电元件、喷嘴、撞针的使用信息存储在阀体内，可通过控制器读取数据，便于对易损件的管理；

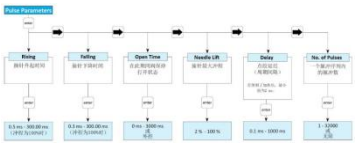
②作业现场可以通过标准通讯接口对作业数据信息进行实时监控；

③压电喷射阀控制器内设有以太网连接程序，可对接客户设备管理系统，方便其对现场每台压电喷射阀工作状态进行统一监控和管理。

上述设备（信息）管理技术有利于客户实现工业互联，客户通过设备管理系统就可以对工厂内所有压电喷射阀的信息进行存储和查询，对工作状态进行监督和控制，便于客户进行故障溯源。

2）控制程序操作

压电控制器内部软件集成度高，只需进行参数配置即可使用。发行人目前主流销售的压电控制器采用触摸大屏界面，该设计更加方便工程师进行点胶参数的设置。发行人及其他品牌的压电控制器界面及操作情况如下：

项目	发行人	某国外品牌	某国内品牌
界面	 LCD 显示屏，显示信息丰富，美观	 简单液晶屏，显示信息少	 液晶数字屏，信息较少
点胶参数设置	 方便快捷	 复杂	 较为复杂
数据查询	一键查询目前设置参数	无一键查询功能，需进入设置界面查看	无一键查询功能，需进入设置界面查看

从上表可以看出，发行人控制程序操作较其它厂家更加简单便捷。发行人控制的主界面可显示所有点胶参数，便于工程师在现场对设备参数的管理。发行人产品可一键查询目前所有参数的设置值，修改各种点胶参数时，只需点击对应图标即可将整组参数在同一界面修改完成，避免繁琐翻页。

3）软件算法

发行人通过自主开发的软件算法解决压电驱动实际应用中的高频驱动控制、高分辨率电源电压控制、微位移反馈闭环控制等问题，形成电源电压无模型自适应控制算法、纹波控制算法、位移反馈闭环控制算法等多种算法，实现对压电元件微位移的高精度控制，使压电喷射阀指标达到行业领先水平，能够更好解决各类工艺难题。发行人软件算法技术先进性及与同行业可比公司比较的技术优势具

体参见本问询回复问题 1 之“一、（二）4、（2）2）软件算法”。

发行人重视软件算法的开发与保护，截至本问询回复出具日，发行人拥有计算机软件著作权 32 项。根据同行业可比公司公开披露信息，截至 2020 年末，铭赛科技拥有计算机软件著作权 25 项；截至 2021 年 6 月 22 日，安达智能拥有计算机软件著作权 10 项；截至 2021 年 6 月末，凯格精机拥有计算机软件著作权 21 项。发行人计算机软件著作权数量处于较高水平。

4）系统标定

压电喷射阀的系统标定主要指在生产环节通过机械校准，提高装配精度，在长期使用环节通过软件算法，提高点胶精度和稳定性。发行人产品通过系统标定达到了较高的精度和稳定性，是发行人产品使用寿命能达到国外同类产品水平的重要因素，也是发行人产品稳定性较高的重要原因。

①生产过程：A、在压电组件组装环节利用专用工装校准，消除加工误差，将压电元件、上座、下座同轴度控制在 0.01mm 以内；B、在阀体结构组装环节杠杆放大机构初次装配时，利用深度尺（分辨率 0.001mm）调校杠杆水平度，进行老化磨合后，再次利用深度尺调校，补偿装配过程中的应力变形、机械磨损等误差，确保放大倍数的一致性。

②长期使用过程：A、通过阀体上的螺套微调机构，配合控制器中数字化位移校准算法，工程师可以对撞针喷嘴进行配合校准，消除在长期使用过程中机械零件磨损导致的精度偏差，延迟撞针喷嘴的使用寿命；B、通过压电元件微位移反馈闭环控制算法，实时消除工作过程中由于温度、磨损、疲劳等原因造成的累计误差。

发行人产品基于良好的系统标定功能实现了更好的点胶精度和稳定性，成功应用于鹏鼎控股的苹果公司产品 FPC 产线中，在胶线溢胶宽度为 0.1～0.15mm 的要求下，良率由原来的 98%提升到了 99.5%以上。

5）参数配置

即使是同一型号的压电喷射阀，压电控制器控制参数的轻微改变以及撞针喷嘴模块等组件的细微变化，也会对流体喷射效果产生巨大的影响。因此，针对客

户的不同的工艺要求及胶液特性，需要将控制器内点胶参数以及流道、喷嘴撞针结构进行合理配置，工艺覆盖程度以及相关参数的掌握是核心技术的重要体现。

发行人经过多年的行业深耕，已开发了数十种压电喷射阀阀体结构，上百种撞针、喷嘴撞击模块，掌握了相关参数的设置，形成了丰富的工艺数据库，可满足各类液体的微量喷射的工艺需求，在遇到新工艺需求时，发行人将新工艺与数据库中相关工艺进行对比，对类似工艺可以快速形成技术方案，提升了客户响应速度，发行人相较于国内其他同行具有相对优势。

（2）智能点胶机器人系统

设备（信息）管理、（控制）程序操作、软件算法、系统标定和参数配置等属于点胶设备软件系统的功能性模块，发行人产品软件系统各模块均具备了行业主流产品功能。

1）设备（信息）管理

设备（信息）管理模块用于统一管理设备温度、称重、视觉和系统设定等各类信息。发行人产品设备（信息）管理模块采用统一上层接口,兼容不同品牌的运动控制系统、相机、光源和点胶阀等子模块，支持新模块的快速拓展，在软件系统中进行简单配置即可使用不同品牌、不同型号的子模块，实现定制需求，并且支持相机-光源模块组合的配置页面设定和视觉界面智能显示、点胶模块加热、气压调节控制添加、多轴工位组合等功能。

2）（控制）程序操作

（控制）程序操作模块用于满足操作人员对程序编辑等功能的便捷化操作需求。发行人产品基于可视化 UI、辅助示教编程，可使操作人员快速精准地进行编程操作，达到易学、易用、防呆的使用效果。

3）软件算法

发行人产品软件算法模块重点进行了运动控制、视觉算法以及运控阀控融合的底层代码自主开发，形成了“视觉运控点胶融合控制系统技术”，可通过视觉实时识别、匹配、补偿并引导机构运动，解决治具定位不一致的问题，大幅提高

点胶位置与胶量的控制精度。发行人公司采用自动寻边技术，根据位置识别点寻边，自动补偿点胶轨迹，大幅提升点胶轨迹与实际边缘的拟合度；基于实时视觉技术进行位置反馈、跟踪，移动迅速、定位准确；通过微量单点累计的方式实现胶量的控制，再结合编码器位置的反馈，通过脉冲快速响应实现需求位置与胶量的控制。

发行人产品软件算法还具备变频点胶、重量控制、双轨坐标、双阀控制、CAD 导入及其路径优化、飞行拍摄、3D 曲线点胶、AOI 检测、五轴联动点胶、多工位转换联动和 MES 信息交互等功能。

4）系统标定

系统标定模块用于对设备相机、运动轴等硬件进行检测校准，保证设备精度。发行人产品具备全局 CCD 标定补偿功能，采用精密陶瓷黑白棋格板可以实现全行程区域内的单轴线性误差分析补偿，以及 XY 的正交性误差分析补偿。

发行人产品还具备机架的精密补偿功能，采用激光测量仪和软件标定算法对直线电机 XY 轴进行闭环位置控制。发行人产品通过激光测量仪测量误差，通过标定算法对所测轴的线性运动进行测试，从而判断轴运动精度是否达标，系统自动生成补偿文件进行补偿，确保单轴的定位和重复精度。

目前市场主流设备厂商多已具备通过软件标定算法对机械精度偏差进行标定和补偿的功能。

5）参数配置

操作人员通过发行人产品参数配置模块能灵活配置不同工艺参数，满足生产需求。其中清洁模块可定时、定量对阀进行清洁保证喷嘴清洁度；胶水管控模块可对胶水的使用进行定时定量管控；工艺参数模块对点胶参数(高度、重量、稳定时间、开阀周期等)进行统一管理，快速调试；MES 模块可兼容不同厂商的 MES 系统，实现生产信息交互、机台状态监控、生产流程管控，保证生产效率和良率。

（四）产品装配的累计误差和产品结构本身的偏差对产品精度、产品成本、组装效率、使用寿命的具体影响，发行人如何实现对机械精度的偏差补偿，如何快速响应下游客户对设备精度和长期使用稳定性的市场需求；

公司经过多年的研发积累，结合与产品、客户的长期磨合，开发和完善了系统解决产品装配累计误差和产品结构本身偏差的技术，使产品的精度、装配精度得到提高，产品成本逐年下降，使用寿命大幅提升，在同行业保持技术优势。

1、压电喷射阀

发行人通过合理的设计，严格的供应商管理，严苛的来料检测，细致的装配，精密的调校，严谨的出厂检测及校准算法消除机械精度偏差，保证压电喷射阀装配的累计误差和产品结构本身的偏差处于合理水平，且不会对产品精度、产品成本、组装效率、使用寿命造成显著影响。

（1）发行人对机械精度的偏差补偿的实现方式

1）总体方案设计过程中通过尺寸链的参数设计减小累积误差

发行人在产品设计时，会依据装配特征对每一个零件相互配合的形位尺寸公差进行尺寸链计算，设计的形位公差和尺寸公差能满足产品精度要求。发行人在保证满足产品功能需求的情况下，会结合加工工艺优化设计图纸，避免复杂的、冗余的结构特征，降低加工成本。

2）严格的供应商管理，严苛的来料检测，确保供应商按照发行人提供的设计参数和工艺指标进行生产和交付

发行人制定了严格的供应商管理制度，采购部、研发部和质量管理部根据是否拥有生产资质、满足质量管理体系、具备生产及供货能力等进行合格供应商准入评定，确保供应商加工能力、质量保证能力能达到图纸要求。同时，发行人与供应商签订有保密协议，由专人发送加密图纸，确保技术安全保密。

供应商严格按照图纸标注公差进行加工，发行人质量管理部配备有影像测量仪（检测精度 5μm）、激光测微仪（检测精度 0.001μm）等精密仪器，用于定制机加件的规格检测，所有外购的定制件都需按标准检测合格后，才可以入库使用。

3）生产过程中通过机械调校消除累计误差，多环节检测确保合格

压电喷射阀的零件加工精度要求高，相互配合的零件少，所产生的累积误差小。同时，发行人设计了专用装配和调试工装，并制定了严格的生产工艺流程、

调校标准，确保杠杆水平度，压电元件与杠杆的垂直度等，避免装配人员操作导致的误差。此外，每一套压电喷射阀都会按出厂标准进行检测，包括输出位移检测、漏电电流检测、撞针喷嘴气密性检测等，检测合格后才可出厂。

（2）发行人快速响应下游客户对设备精度和长期使用稳定性的市场需求的具体方式

发行人通过机械和算法校准结合的方式快速响应下游客户对设备精度和长期使用稳定性的市场需求，具体如下：

1)通过压电元件微位移反馈闭环控制算法，实时消除工作过程中由于温度、磨损、疲劳等原因造成的累计误差，保证出胶一致性。

2）通过阀体上的螺套微调机构，配合控制器中数字化位移校准算法，工程师可以对撞针喷嘴进行配合校准，消除在长期使用过程中机械零件磨损导致的精度偏差。

2、智能点胶机器人系统

发行人合理设计尺寸链参数，进行充分的验证测试，并且严格管控重点物料的加工工序和精度协同，装配过程中对每道工序进行严谨细致的检验与调校，经过多次严谨的出厂检测测试与系统软件的视觉算法调校来消除机械精度偏差，保证智能点胶机器人系统装配的累计误差和产品结构本身的偏差处于合理水平，且不会对产品精度、产品成本、组装效率、使用寿命造成显著影响。

（1）发行人对机械精度的偏差补偿的实现方式

1）总体方案设计过程中通过尺寸链的参数设计减小累积误差

①单个零件设计时选择合适精度公差，严格计算每个模块尺寸链，形成封闭环，保证该模块精度；

②设计时考虑生产装配问题，对重要环节装配步骤设置品质检测公差，保证在生产过程中能严格把控封闭环公差，同时增加靠边定位机构等定位方式，便于生产装配，避免因装配公差产生累计公差；

③对设备整体精度公差和模块公差尺进行模拟，进行尺寸链校核计算，通过

多次计算与模拟，从研发设计端保证设备设计精度。

2）生产过程中通过机械调校和视觉调校消除累计误差

发行人采用整体铸造机架设计和一体加工成型的方式降低智能点胶机器人系统加工组装等生产环节带来的累计误差，通过重点管控整体铸造机架的加工工序和精度，确保 XY 轴安装基准面自身精度，同时保证轴与传输轨道的相对位置精度，提高可靠性。

此外，XY 轴滑轨安装时通过专用治具、微调块、大理石量具，进行机械调校，并通过激光干涉仪视觉调校确保轴的平面度、直线度以及龙门轴左右滑轨的平行度。轴之间的正交性也通过激光干涉仪调校，全方位减小装配过程产生的精度误差损失。

（2）发行人快速响应下游客户对设备精度和长期使用稳定性的市场需求的具体方式

发行人智能点胶机器人系统在长期使用过程中采用视觉算法进行系统标定的方式消除累计误差，提高设备精度和使用稳定性，具体方式如下：

1）通过机架的精密补偿功能，采用激光测量仪和软件标定算法对直线电机 XY 轴进行闭环位置控制，确保单轴的定位和重复精度。

2）设备机架上设有固定的参考点，在设备定期保养时可以通过视觉系统测量并比对参考点，通过全局 CCD 标定补偿功能判断设备是否产生偏差，如产生偏差，可以通过棋格板再次进行全行程区域的线性和插补标定补偿，保证设备精度和稳定性。

（五）智能点胶行业的胶粘剂材料特性和灌装工艺对发行人产品应用领域拓展、下游胶连功能实现的具体影响。

1、随着电子封装材料特性的技术进步，下游将实现更丰富的胶连功能，发行人产品应用领域将更为广泛

（1）随着电子封装技术及胶粘剂的发展，胶连方式的应用越来越广泛

随着电子制造领域零部件小型化、轻量化、集成化和低碳化趋势，胶连已经

逐步取代焊接、铆接、螺栓固定等传统连接方式。

胶粘剂的发展呈现出品种多、低碳环保、功能性强的发展特点，可以满足更多应用领域胶连功能的需求，胶连方式的应用越来越广泛。

（2）通过胶粘剂厂商及点胶阀厂商的技术开发，压电喷射阀的适用范围将更为广泛

胶粘剂材料特性中影响点胶阀选择的因素包括胶粘剂的粘度和颗粒度：粘度是用来衡量胶粘剂粘滞力大小的物理数据，反映胶粘剂稀稠的参考数值，室温（25℃）水的粘度为 1 CPS；颗粒度是指胶粘剂中填料（固体材料）的直径。胶粘剂的粘度和颗粒度与胶粘剂的配方相关，胶粘剂生产厂家可以根据施胶工艺开发不同粘度和颗粒度的胶粘剂产品。

随着喷胶工艺的广泛应用，胶粘剂生产厂家会结合喷胶工艺的要求开发具有可喷射性能的胶粘剂，目前常见的电子领域胶粘剂，如热熔胶、固化胶、厌氧胶、环氧胶、硅胶、UV 胶、红胶、银胶等，均可以使用喷胶工艺进行点胶。

目前，公司的压电喷射阀适配的胶粘剂范围如下：

产品名称	通常适用的胶粘剂粘度范围	通常适用的胶粘剂颗粒度范围
压电喷射阀	≤250,000cps	≤30μm

公司应用“压电元件微位移放大技术”、“适应多种胶液的耐疲劳长寿命撞击单元设计技术”等核心技术，扩大了产品适用范围，公司压电喷射阀适用于常见的电子领域胶粘剂。目前，公司除压电喷射阀外，还推出了精密螺杆阀、精密螺杆泵等产品，可以满足客户多样化的胶粘剂产品施胶需求。

此外，公司还具备根据客户工艺要求定制开发的能力，如公司针对双组份胶粘剂开发的双组份压电喷射阀，使不适宜采用喷胶方式的双组分胶粘剂可以使用公司产品进行点胶。

综上所述，随着胶粘剂材料特性的进步以及压电喷射阀性能的不断提高，喷胶工艺将得到更为广泛的应用，发行人产品的应用领域将更为广泛，下游胶连功能实现形式则更为丰富。

2、胶粘剂灌装工艺对发行人产品应用领域拓展及下游胶连功能实现不产生影响

高精密点胶环节中的胶粘剂通常由胶粘剂厂家将生产的胶粘剂罐装在30ml、50ml 或者 300ml 的胶筒中，或者存放于大容量压力罐中，并通过点胶阀上的鲁尔接头与点胶阀相连接，公司或下游厂商无需额外将胶粘剂灌装至点胶阀中。因此，胶粘剂灌装工艺对发行人产品应用领域拓展及下游胶连功能实现不会产生影响。

二、请发行人结合回复情况完善风险揭示。

发行人结合核心原材料对外采购的情况，在《招股说明书》之“第四节 风险因素”部分补充了“**（四）核心原材料外购的质量控制及泄密风险**”：

“发行人主要产品压电喷射阀产品中涉及外购的核心原材料主要为压电元件、定制钨钢件及涉及位移放大和流道结构的机加件等，压电元件属于行业内的标准元件，发行人向主流生产厂商直接采购。定制钨钢件、涉及位移放大和流道结构的机加件属于定制加工件，由发行人提供自主开发的设计图纸及工艺参数，交由并指导专业生产厂商进行定制生产加工，并与之签署保密协议。

若上游供应商的核心原材料出现质量问题，且发行人的质量控制不到位，或质量检测能力不足，未检测出质量缺陷，则可能导致不良产品流入市场，产生召回、退换货、赔付等损失。此外，发行人也存在核心原材料的设计图纸及工艺参数在供应商端发生泄密的风险。”

结合胶粘剂材料的发展及涉及的应用领域，在《招股说明书》之“第四节 风险因素”部分补充了“**（九）胶粘剂材料特性发展可能对发行人市场开拓存在影响的风险**”：

“发行人的产品已能够满足现有市场上主流电子封装胶粘剂的点胶需求，市场拓展空间广阔。发行人也会对胶粘剂行业的发展保持实时关注，结合胶粘剂材料特性及下游应用领域的变化，提升现有产品性能，持续开发新的产品，完善产品体系，从而快速响应客户的工艺需求。此外，胶粘剂主流生产厂商也在逐步改善胶粘剂的性能，使其更加适应喷射点胶方式，更有利于发行人产品的应用领

域拓展。

但若未来随着胶粘剂行业的发展，出现无法应用发行人产品的胶粘剂材料，且该材料逐步成为市场主流，可能会对公司的市场开拓造成不利影响。”

问题 2　关于市场竞争和行业地位

根据申报文件，1）发行人的产品主要应用于 3C 电子、锂离子电池及半导体生产制造的组装、封装环节；2）发行人所处压电驱动精密流体控制技术领域尚未有关于市场份额的权威行业数据或排名；3）发行人与铭赛科技存在部分客户重合的情形，重合客户包括华天科技、欧菲光、瑞声科技、歌尔股份，另安达智能报告期各期前五大客户中亦有歌尔股份；4）发行人最近一年新增销售多款产品；5）部分点胶设备厂商向上游拓展自研自产点胶阀。

请发行人进一步说明：（1）在 3C 电子、锂离子电池及半导体生产制造组装、封装领域，发行人产品的市场份额、行业地位、竞争格局、行业发展现状及发展趋势，发行人与境内外同行业可比公司在业务技术、产品供应、规模体量、竞争优劣势等方面的对比情况；（2）结合发行人与铭赛科技、安达智能均存在重合客户且产品相同的情况，说明发行人产品在客户生产过程中的具体应用，以及在客户工艺制程、工序环节中的所处位置和具体贡献，不同的点胶应用场景是否因点胶功能实现、技术难度、成本高低等存在较大差异及具体依据；（3）发行人主要产品单价逐年下降、部分点胶设备厂商向上游拓展自研自产点胶阀，与发行人的产品技术先进性是否存在矛盾，发行人应对价格下行以及市场竞争情况进行的新技术、新产品或新工艺的研发情况和储备情况，与行业技术迭代和需求的匹配情况；（4）除压电喷射阀外其他产品的潜在客户及应用场景，产品核心竞争力和客户拓展的可行性；（5）结合最近一年新增销售产品情况，逐项说明该等新产品的市场容量、竞争格局、发行人地位及其产品和技术的优劣势，说明国产参与情况并分析原因。

请发行人结合回复情况完善风险揭示。

【回复】

一、请发行人进一步说明：

（一）在 3C 电子、锂离子电池及半导体生产制造组装、封装领域，发行人产品的市场份额、行业地位、竞争格局、行业发展现状及发展趋势，发行人与境内外同行业可比公司在业务技术、产品供应、规模体量、竞争优劣势等方面的对比情况；

发行人致力于压电驱动精密流体控制技术的研发及产业化，产品以压电驱动精密流体控制核心部件为主导，先后推出压电喷射阀、压电比例阀等产品，成功研发了压电超声波流量控制器，还在持续研发压电伺服阀等新产品。

报告期内，压电喷射阀为发行人最主要的收入和利润来源。报告期内，该产品主要应用于 3C 电子制造、消费锂离子电池制造及半导体制造的点胶工艺。目前尚无行业协会或行业权威机构对点胶装备在上述领域的市场规模、行业发展等方面专门开展市场数据统计，因此发行人通过查阅研究报告、同行业公司公开信息披露、访谈自身各下游应用领域主要客户等方式，分析产品的市场份额、行业地位、竞争格局、行业发展现状及发展趋势。

1、境内外同行业公司情况

总体来看，境内外同行业公司中，从事压电喷射阀的研发、生产及销售的公司相对较少，主要国外厂商包括诺信、微密斯、马科，国内厂商主要包括发行人、轴心自控、安达智能、铭赛科技，具体情况如下：

序号	公司名称	市场地位	基本情况	主要应用领域（注）
1	诺信	国外压电喷射阀主流厂商	行业龙头企业，市场占有率高。	汽车工业、电子技术行业、生命科学、机器制造业、移动设备和可穿戴设备、太阳能光伏行业等。
2	微密斯	国外压电喷射阀主流厂商	德国老牌企业，品牌知名度高。	汽车制造业、消费性电子产品、半导体、光电工程、光伏电池、医疗制药、精密机械、电子工业等。
3	马科	国外压电喷射阀主流厂商	德国老牌企业，品牌知名度高，市场占有率较高。	消费电子、半导体等。
4	轴心自控	国内点胶设备主流厂商，自研自产压电喷射阀。	压电喷射阀主要搭载自有设备销售，单独销售较少。	消费电子、LED 电子、汽车电子、屏显、半导体等。
5	安达智能	国内点胶设备主流厂商，自研自产压电喷射阀。	少量压电喷射阀搭载自有设备销售，单独销售较少。根据其公开信息披露，2018 年～2021 年上半年，安达智能以自制气动喷射阀为主，自制压电喷射阀分别为 28 套、69 套、90 套及 28 套，自制数量较少。	消费电子、汽车电子、新能源、智能家居和半导体等领域产品的 SMT 电子装联、FATP 后段组装的点胶等。
6	铭赛科技	国内点胶设备主流厂商，自研自产压电喷射阀。	部分压电喷射阀搭载自有设备销售，部分单独销售。	精密电子组装、MEMS 器件封装及 IC 封装等。
7	发行人	国内压电喷射阀主流厂商	主要单独销售，少量搭载自有设备销售。	3C 电子制造、半导体、消费锂离子电池、光伏、汽车电子等。

注：主要应用领域系根据同行业公司官方网站及公开信息披露填列。

国外厂商进入市场早，具有先发优势，品牌认可度高，下游应用领域较多。发行人是国内压电驱动精密流体控制技术的领先企业和产业化先行者，于 2014 年在业内率先推出自主研发的国产压电喷射阀，产品性能达到行业领先水平。与国内同行业公司相比，发行人还进入了消费锂离子电池、半导体固晶工艺、光伏等领域。

国内其他能够自研自产压电喷射阀的公司较少，主要有铭赛科技、安达智能及轴心自控。其中安达智能于 2008 年开始一直专注于点胶产品，根据安达智能公开披露，2018 年、2019 年、2020 年和 2021 年 1～6 月，其分别自制压电喷射阀 28 个、69 个、90 个和 28 个；轴心自控从 2008 年成立开始就一直从事精密点胶、涂覆及工业点胶设备的研发和销售，根据其公开资料，其于 2017 年推出自研的压电喷射阀；铭赛科技 2017 年前主要向发行人采购压电喷射阀。上述三家公司中，除铭赛科技外，安达智能及轴心自控的压电喷射阀以配套自身点胶设备为主，未单独形成规模销售。

2、3C 电子制造领域

（1）市场份额、行业地位及竞争格局

压电喷射阀在 3C 电子领域的主要应用场景包括精密组件组装、整机组装及 SMT 电子装联，其中精密组件组装包括精密声学、精密光学等细分领域，各细分应用领域的市场情况及压电喷射阀行业参与情况如下：

应用领域		代表性客户（注 1）	客户市场地位	占比（注 2）	其他竞争对手	发行人的行业地位
SMT 工序	FPC 组装	鹏鼎控股	FPC 龙头企业，根据 Prismark 统计的以营收计算的全球 PCB 企业排名，公司 2017 年已成为全球第一大 PCB 生产企业。	40%左右	诺信、轴心自控	发行人产品市场份额低，但发行人产品在鹏鼎控股替代了国外品牌，产品具有市场竞争力。
精密组件组装市场	微型扬声器	瑞声科技	电声行业龙头企业，占市场份额约 11.36%（注 3）。	80%～90%	铭赛科技、马科、日本武藏	发行人在行业龙头企业的市场份额高，相对同行业公司具有竞争优势。
		歌尔股份	电声行业龙头企业，占市场份额约为 18.34%（注 3）。	40%左右	诺信、铭赛科技、日本武藏	
	摄像头模组	欧菲光	全球消费电子摄像头模组龙头，2019 年市占率约为 13%(注 4)。	2018 年向高凯采购占比在 60%以上	铭赛科技、诺信、微密斯	国内主流厂商，发行人 2018 年是欧菲光采购该类产品的第一大供应商，在舜宇光学、丘钛科技的市场

						份额低；苹果供应链体系国产化率低，发行人市场份额低。
	手机摄像头镜头	瑞声科技	根据旭日大数据统计，2021 年 7 月瑞声科技手机摄像头镜头出货量排名第五位，前三位分别是舜宇光学、台湾大立光及台湾玉晶光。	80%～90%	铭赛科技、诺信、微密斯	发行人主要向瑞声科技销售，未直接销售给舜宇光学、台湾大立光及台湾玉晶光，发行人市场份额低。
	VCM 马达	该领域以日本 ALPS、韩国三星电机等公司为主，国内企业包括皓泽电子、中蓝电子。		-	该领域主要采用点胶针头。	该领域生产厂商以日韩企业为主，主要采用国外品牌，发行人市场份额低。
整机组装		发行人该领域应用较少，完成过小米公司窄边框手机中框组装。		-	诺信	以智能手机为例，国外终端品牌厂商主要采用国外品牌的压电喷射阀，发行人市场份额低。

注 1：便于分析发行人产品市场份额，选取的下游应用领域代表厂商以发行人客户为主；终端客户市场地位数据来源于公开的研究报告；发行人产品占相关工序所需点胶阀的比例来源于客户的访谈。
注 2：该占比系指发行人产品占相关客户相应工序点胶阀的比例
注 3：瑞声科技微型扬声器市场份额=2020 年瑞声科技声学业务收入/行业预测数据；歌尔股份微型扬声器市场份额=2020 年歌尔股份精密零组件板块营业收入/行业预测数据。行业预测数据系根据 Yole 预测的全球微型扬声器市场规模计算，具体计算过程=2018 年全球微型扬声器市场规模*增长率*汇率=91 亿美元*（1+3%）^{2}*6.8941（2020 年平均汇率）=665.57 亿元。
注 4：数据来源于太平洋证券 2021 年 8 月发布的欧菲光研究报告。

从市场份额来看，声学器件领域，发行人在行业龙头瑞声科技同类产品的份额最高，在行业龙头歌尔股份同类产品的份额也达到 40%，具有竞争优势，随着声学器件行业的稳步增长及生产设备的升级，发行人的产品存在较大增长空间；光学器件领域，发行人未与国内主流厂商欧菲光、舜宇光学及丘钛科技持续产生规模交易，也未能与苹果产业链供应商台湾大立光、台湾玉晶光、韩国 LG Innotek、韩国三星电机等形成合作关系，因此发行人市场份额低，但发行人已批量供货瑞声科技手机摄像头镜头组装工艺，未来市场份额有望提升；整机组装领域，以智能手机及可穿戴设备为例，国外终端品牌厂商主要采用国外品牌压电喷射阀，国内主流终端品牌此前也主要采用国外品牌的点胶阀，发行人市场份额低，目前国内主流终端品牌正在逐步用国内点胶阀替代国外同类产品，发行人产品已导入国内品牌供应链体系，未来市场份额有望提升。

从行业地位来看，相较国内同行业公司，发行人压电喷射阀产品处于领先地位；相较国外同行业公司，发行人起步较晚，品牌知名度低，压电喷射阀除在精密声学器件组装占据优势外，其他市场与国外公司存在差距。

（2）行业发展现状及发展趋势

报告期内，发行人的产品主要应用于精密声学器件、精密光学器件、VCM 马达及 FPC 组装等，不同工艺制程的点胶需求、不同厂商的自动化程度及设备国产化率不同，具体应用领域的行业发展现状及发展趋势具体分析如下：

1）精密声学器件：发行人的产品已在行业龙头企业占据较高市场份额，在该领域市场竞争中具有相对优势，未来市场需求将持续稳定增长

发行人的压电喷射阀主要用于微型扬声器/受话器的点胶工艺。近年来，随着 3C 产品向集成化、精密化方向发展，作为 3C 产品的核心声学器件，扬声器的微型化趋势也愈加显著。根据 Yole 数据预测，全球微型扬声器市场规模将从 2018 年的 91 亿美元增长到 2024 年的 109 亿美元，年复合增长率约 3%左右，将保持稳定增长。

从微型扬声器/受话器市场竞争格局来看，近年来，微型扬声器领域市场竞争格局企稳，龙头企业的竞争优势较为明显。以瑞声科技、歌尔股份为代表的国内企业，在技术水平、资金实力及产品性能方面具有领先优势，产品在全球市场均具有较大的影响力。瑞声科技的声学业务和歌尔股份的精密零组件收入主要来源于微型扬声器、受话器、扬声器模组等业务。2020 年度瑞声科技声学业务营业收入为 75.60 亿元，2020 年度歌尔股份精密零组件营业收入为 122.05 亿元，经测算，占全球微型扬声器市场规模份额合计约达到 29.70%。

目前，瑞声科技、歌尔股份基本已实现了自动化产线的改造升级，直接采购点胶阀，其中点胶阀以压电喷射阀为主。根据对瑞声科技、歌尔股份的访谈，发行人的压电喷射阀占瑞声科技声学领域同类产品采购比例为 80%～90%，占歌尔股份声学领域同类产品采购比例为 40%左右。

未来，随着安卓端立体声趋势明确，且逐步向中低端机型渗透，其他微型扬声器制造厂商也将提升自动化率。因此，压电喷射阀在微型扬声器的点胶工艺的应用将更加广泛。

目前，压电喷射阀已是行业龙头企业的主流选择，伴随着未来市场需求的增长及产线更新换代，压电喷射阀在该工艺的应用将更加广泛。

2）精密光学器件：压电喷射阀已在行业龙头企业得到应用，但发行人尚未与行业龙头形成稳定合作关系，未来存在替代空间

精密光学器件包括 LENS 镜头、VCM 马达及摄像头模组，发行人的压电喷射阀主要应用于瑞声科技的 LENS 潜望式镜头组装，瑞声科技及中蓝电子的 VCM 马达组装，欧菲光的 CCM 摄像头模组组装。

①LENS 潜望式镜头组装

LENS 潜望式镜头可在不增加厚度及影响一致性的情况下，容纳更长的镜头，改善焦距，从而实现镜头变焦倍数的提升。目前，三星，华为，小米等已经先后推出具备潜望式镜头的手机型号。根据安信国际研究报告引用的群智咨询乐观估计，2020 年该镜头的出货量会增长至 1 亿颗，于 2023 有望突破 4 亿颗。

目前，主流厂商大多采用搭载压电喷射阀的点胶设备或自动化产线生产 LENS 镜头模组，发行人已批量供货瑞声科技 LENS 潜望式镜头组装产线，根据旭日大数据统计，2021 年 7 月瑞声科技手机摄像头镜头出货量排名第五位，发行人还未在主流供应商舜宇光学、台湾大立光及台湾玉晶光形成销售，因此发行人在该领域总体市场份额低，未来发行人将借助在复杂工艺的技术优势进一步开拓客户，提升在该领域的市场份额。

②VCM 马达

VCM 马达主要应用于智能手机的摄像头模组，可以调节镜头位置以改变焦距，使摄像呈现最清晰的状态。VCM 马达对灵敏度要求较高，因此在生产时其对精度控制的要求较高。从市场空间来看，根据 Yole 数据，2016 年～2019 年，全球 VCM 音圈马达出货量从 15.2 亿颗增长到 23.4 亿颗，市场规模从 17 亿美元增长到 24 亿美元，预计到 2024 年，全球音圈马达出货量增长至 40.2 亿颗，市场规模达 44 亿美元。从市场竞争格局来看，国外主流生产厂商为日本 ALPS、日本三美电机、韩国三星电机等，国内主流生产厂商为中蓝电子、皓泽电子等。

目前，主流生产厂商主要采用国外品牌的点胶针头和气动点胶控制器搭载自动化产线或点胶设备生产，国外品牌具有竞争优势，随着生产过程对精度要求的提升，压电喷射阀在该领域具有拓展空间。发行人的压电喷射阀已通过经销商供

应韩国公司，直接供货国内厂商瑞声科技、中蓝电子，未来随着压电喷射阀的推广应用，公司的市场份额有望提升。

③CCM 摄像头模组

随着手机摄像头逐步导入双摄/多摄、大光圈、自动对焦等功能，CCM 摄像头模组市场需求逐步扩大。从 CCM 摄像头模组的市场竞争格局来看，主流的摄像头模组生产商大多位于中韩等国家，国内厂商主要包括欧菲光、舜宇光学、丘钛科技等，韩国厂商主要包括 LG Innotek 和三星电机。

目前，主流厂商大多采用搭载压电喷射阀的点胶设备生产 CCM 摄像头模组，但除欧菲光外，发行人与其他主流厂商并未开展交易，因此发行人在 CCM 摄像头模组主流厂商的市场占有率低，未来可拓展空间较大。

3）FPC 组装：主流厂商已主要采用搭载压电喷射阀的点胶设备，受益于发行人领先的技术水平，在该领域存在替代空间

FPC 具有配线密度高、体积小、轻薄、装连一致性、可折叠弯曲、三维布线等优势，符合下游电子行业智能化、便携化、轻薄化的趋势。从下游市场来看，智能手机是 FPC 目前最大的应用领域；从下游客户来看，苹果公司是目前最大的软板需求方。从下游竞争格局来看，根据 Prismark 数据，全球 FPC 行业可分为四个梯队，第一梯队为中国鹏鼎控股和日本旗胜；第二梯队为日本住友、藤仓、三星电机、中国东山精密和中国台郡；第三梯队为必艾奇、嘉联益等；第四梯队为其他中小企业。

发行人的压电喷射阀已应用到行业龙头鹏鼎控股的 FPC 组装工艺，而该公司目前正推进国产品牌的压电喷射阀及点胶设备的应用，凭借领先的技术水平，公司的市场份额有望提升。

（2）锂离子电池制造领域

1）市场份额及行业地位

锂离子电池是压电喷射阀的新兴应用市场，ATL 是国内消费锂离子电池行业龙头，发行人在工艺验证过程中，获取 ATL 的认可并最终获取订单，一定程度上体现了发行人在该领域较高的行业地位。

2）竞争格局、行业发展现状及发展趋势

发行人是首家导入 ATL 消费锂离子电池包封工艺的压电喷射阀供应商，具有较强的先发优势，并通过此项工艺的开发，在 ATL 建立了良好的品牌知名度。由于导入该工艺的厂商较少，市场竞争不激烈。

发行人的压电喷射阀目前主要应用于消费软包锂离子电池的切边整形包封。在全球消费软包锂电领域，2020 年新能源科技有限公司出货量占全球总出货量比例达 26%，市场占有率较高。根据对 ATL 的访谈，目前切边整形包封主要采用胶带等方式，压电喷射阀在 ATL 该工艺的采用比率还较低，但 ATL 已计划逐步采用压电喷射阀喷胶包封替代原有胶带，伴随着 ATL 软包电池出货量的提高，发行人的产品需求也将持续增加。

（3）半导体制造领域

1）市场份额及行业地位

发行人的压电喷射阀主要用于固晶工艺，替代了固晶设备上原国外品牌的点胶针头，可有效提升银浆喷射的精度、一致性、效率并节约成本。根据对客户华天科技的访谈，该公司此前采购国外知名品牌的压电喷射阀进行测试，但未满足需求。发行人的产品通过了产品验证及可靠性测试，发行人在该领域具有一定的领先优势。

2）竞争格局、行业发展现状及发展趋势

发行人从事的固晶工艺点胶不需要专门的点胶设备，而是将点胶阀搭载在固晶设备中完成，目前固晶设备中主要采用接触式的点胶针头。因此，半导体固晶领域中压电喷射阀供应商较少，市场竞争不激烈。

相较点胶针头，压电喷射阀效率高，可以较好地提升生产效率，但银浆喷射散点率高，散点会污染引脚，造成芯片短路，因此压电喷射阀目前还未在该工艺得到广泛的应用。随着发行人的研发攻关，将更好地解决各固晶点胶工艺的散点问题，在更多领域得到应用。根据 Yole 数据预测，全球固晶机市场规模将由 2018 年度的 9.79 亿美元增长至 13.89 亿美元，下游市场规模的增长也为压电喷射阀打开了市场空间。

此外，发行人的产品尚未导入底部填充工艺，该工艺市场仍以国外品牌为主，在该领域，发行人存在可拓展空间。

4、发行人与同行业竞争对手的比较情况

（1）业务技术及产品供应

发行人同行业公司中，铭赛科技、安达智能、凯格精机、快克股份公开信息中披露了其核心技术，发行人选取应用于可比产品的核心技术进行对比：

公司名称	压电喷射阀	智能点胶机器人系统
发行人	压电元件高频驱动技术； 压电元件微位移反馈闭环控制技术； 压电元件微位移放大技术； 压电驱动电源电压精确控制技术； 压电元件控温技术； 适应多种胶液的耐疲劳长寿命撞击单元设计技术； 双组份胶液比例混合技术	高柔性模块化运动控制系统技术； 视觉运控点胶融合控制系统技术
铭赛科技	高精度流体控制-高精度流体喷射与控制技术	高精度运动平台智能软件算法； 智能视觉算法； 精密传感与控制技术-多工位晶圆点胶与温度控制技术； 精密传感与控制技术-嵌入式运动控制技术
安达智能	高精度点胶技术-高速点胶	高精度点胶技术-高精度点胶； 多阀同步立体点涂技术； 点胶轨迹规划技术
凯格精机	/	点胶飞行喷射技术
快克股份	/	高速高精度运动控制技术； 高速动态在线视觉识别技术； 分段重力补偿及胶量稳定控制技术

同行业公司中铭赛科技、安达智能主要从事点胶整机设备的研发和生产；凯格精机主要从事锡膏印刷设备等自动化精密装备的研发和生产；快克股份主要提供以锡焊技术为核心的电子装联综合解决方案，包括锡焊装联类产品、装联作业的关联性设备类和柔性自动化生产线。因此，同行业公司主要从事整机设备或柔性化产线业务，核心技术主要围绕整机设备展开，包括整机结构设计、运动控制及视觉识别算法，部分企业如铭赛科技、安达智能向点胶阀等核心零部件进行研发布局。

发行人主要从事压电驱动精密流体控制核心部件的研发，核心技术围绕压电驱动精密流体控制技术在实际应用中的各项问题展开，如对高频状态下超调失稳、

低频状态下迟滞和蠕变、微位移控制精度等问题开展了深入的研究。发行人在对该技术持续深入研究和探索的过程中，提高了原有压电喷射阀等产品的性能，开发了压电比例阀、压电超声波流量控制器，并在持续开发压电伺服阀等新产品。

综上，由于发行人与同行业公司的主营业务及主营产品情况有所差异，核心技术的研发方向、研发重点也有所差异。

（2）规模体量比较

1）总体规模体量

公司名称	规模体量
诺信	美国 NASDAQ 证券交易所上市公司（股票代码 NDSN.O）。2020 财年营业收入 21.21 亿美元，净利润 2.50 亿美元。
微密斯	2017 年被三环集团（股票代码 300408）收购。2020 年营业收入为 14,067.90 万元，2020 年度净利润 2,459.73 万元。
马科	/
武藏	/
世椿智能	曾挂牌新三板，2019 年摘牌。2018 年度营业收入 12,853.31 万元，净利润 267.33 万元。
铭赛科技	2020 年度营业收入 22,464.77 万元，净利润 6,113.45 万元。
轴心自控	2016 年被瑞典上市公司 Mycronic AB（股票代码 MYCR）全资收购
安达智能	2020 年度营业收入 50,669.03 万元，净利润 13,340.18 万元。
快克股份	2016 年于上海证券交易所上市（股票代码 603203），2020 年度营业收入 53,498.61 万元，净利润 17,567.14 万元。
凯格精机	2020 年度营业收入 59,521.92 万元，净利润 8,534.37 万元。
发行人	2020 年度营业收入 17,685.83 万元，净利润 6,549.18 万元。

数据来源：各可比公司官方网站、招股说明书、定期报告等资料

由上表可见，从总收入及净利润规模来看，发行人的规模体量在同行业公司中偏小，从净利率来看，发行人的净利率水平相对同行业公司较高，主要系：1）诺信等境外公司成立较早，作为流体控制设备行业的领先企业，产品体系全面，业务覆盖全面，规模体量相应较大；2）发行人主要从事压电喷射阀等核心部件的销售，而铭赛科技、安达智能主要从事点胶设备的销售。相对点胶设备而言，发行人产品的平均单价相对较低，规模体量也相对较小；3）压电喷射阀对点胶工艺的点胶精度、效率及一致性具有重要影响，技术附加值相对较高，毛利率相对较高。

2）压电喷射阀的规模体量根据同行业可比公司的公开披露数据，发行人压电喷射阀及其相关配件的销售情况与同行业公司对比如下

单位：万元

可比公司	产品	2020 年	2019 年	2018 年
微密斯（注1）	全部营业收入	**14,067.90**	**15,626.92**	**14,675.84**
铭赛科技（注2）	压电喷射阀	3,759.71	4,499.62	2,167.31
	压电喷射阀配件	1,739.94	1,401.64	684.3
	合计	**5,499.65**	**5,901.26**	**2,851.61**
发行人	压电喷射阀	8,017.97	6,893.52	6,464.03
	压电喷射阀配件	3,554.86	2,732.31	2,122.18
	合计	**11,572.83**	**9,625.83**	**8,586.21**

数据来源：铭赛科技、安达智能数据来源于其招股说明书，微密斯数据来源于三环集团 2020 年 6 月 12 日披露的《关于公司非公开发行股票申请文件反馈意见的回复》
注 1：根据三环集团 2020 年 6 月 12 日披露的《关于公司非公开发行股票申请文件反馈意见的回复》，未单独披露微密斯压电喷射阀及其配件的营业收入，2020 年的营业收入为三环集团根据微密斯的历史业绩以及对行业未来发展预期的预测。
注 2：根据铭赛科技《招股说明书》《审核问询函回复》整理填列。

由上表可见，发行人压电喷射阀及其相关配件的销售额呈逐年上升趋势，与国外领先品牌微密斯的收入差距逐步缩小，远高于国内同行业公司。

（3）发行人的竞争优劣势

1）竞争优势

①压电喷射阀在国内同行业中具有先发优势，销售规模在国内同行业公司中处于领先地位，与国外领先品牌微密斯的收入差距也在逐步缩小；

②发行人专注于压电驱动精密流体控制的研发及产业化，通过持续研发投入，攻克应用难度，领先国内外竞争对手开拓压电喷射阀产品的新兴应用领域（如消费锂离子电池），与竞争对手形成差异化；

③发行人服务客户多为下游各应用领域的龙头或领先企业，通过持续服务，能够深刻理解客户工艺，能够快速响应客户的需求，为其提供定制化的服务。

2）相对竞争劣势

①与行业领先企业相比，发行人的规模体量还相对较小，覆盖的应用领域还

偏少；

②与行业领先企业相比，发行人的品牌知名度还偏弱，尚未在终端品牌厂商（如苹果公司）获得较高的认可度。

（二）结合发行人与铭赛科技、安达智能均存在重合客户且产品相同的情况，说明发行人产品在客户生产过程中的具体应用，以及在客户工艺制程、工序环节中的所处位置和具体贡献，不同的点胶应用场景是否因点胶功能实现、技术难度、成本高低等存在较大差异及具体依据；

1、发行人与铭赛科技、安达智能均存在重合客户且产品相同的情况

发行人与铭赛科技、安达智能的主要产品、以及在重叠客户处的应用领域比较如下：

项目		发行人	铭赛科技	安达智能
主要产品种类		压电喷射阀	点胶设备（搭载压电喷射阀的设备比例不足 50%）、压电喷射阀	点胶设备（以气动喷射阀为主，极少量自产压电喷射阀）
压电喷射阀单独销售数量		2018 年、2019 年、2020 年和 2021 年 1～6 月，分别销售压电喷射阀 2,114 套、2,326 套、2,855 套和 1,864 套	2018 年、2019 年、2020 年，分别销售压电喷射阀 690 套、1,775 套、1,682 套。	2018 年、2019 年、2020 年和 2021 年 1～6 月，分别自制压电喷射阀 28 套、69 套、90 套和 28 套；外采 4 套、75 套、194 套和 166 套。
重合客户	华天科技	半导体固晶工艺	MEMS 器件封装	-
	瑞声科技	精密电子组装	精密电子组装、MEMS 器件封装	-
	歌尔股份	精密电子组装	精密电子组装、MEMS 器件封装	SMT 段电子装联为主
	欧菲光	精密电子组装	精密电子组装	-

注：铭赛科技、安达智能的相关情况系根据其披露的《招股说明书》及科创板上市申请的审核问询函回复内容整理。

安达智能的点胶设备主要搭载的为气动喷射阀，主要用于 SMT 段电子装联、精密电子组装，精密电子组装主要包括声学模组组装等工序。2018 年、2019 年、2020 年和 2021 年 1～6 月，安达智能分别外采压电喷射阀 4 套、75 套、194 套和 166 套，自制压电喷射阀 28 套、69 套、90 套和 28 套，其自制的压电喷射阀数量较少，且未披露自制压电喷射阀是否存在单独销售的情形，亦未披露其压电喷射阀在下游的具体应用领域。因此，发行人难以与安达智能比较“重合客户且产品相同”的情形。

铭赛科技与发行人存在重合客户且产品相同的情形，主要系向重合客户销售压电喷射阀，具体比较情况如下：

单位：万元

行业类别	公司名称	主要应用领域	2020 年度	2019 年度	2018 年度
华天科技	发行人	半导体封装	205.49	149.23	-
	铭赛科技	MEMS 器件封装	＜137.30	＜125.58	＜27.59
瑞声科技	发行人	精密电子组装	1,121.95	1,395.14	1,829.80
	铭赛科技	精密电子组装、MEMS 器件封装	236.11	＜125.58	＜27.59
歌尔股份	发行人（注）	精密电子组装	818.54	1,610.69	808.29
	铭赛科技	精密电子组装、MEMS 器件封装	258.41	662.90	＜27.59
欧菲光	发行人	精密电子组装	6.93	26.33	456.50
	铭赛科技	精密电子组装	＜137.30	217.23	23.29

注 1：歌尔股份系铭赛科技直接客户；发行人通过经销商硕镭实业（上海）有限公司销售给歌尔股份，上表中发行人对歌尔股份的销售收入为发行人向硕镭实业（上海）有限公司销售的压电喷射阀收入。
注 2：铭赛科技披露了 2018 年、2019 年、2020 年的前十大压电喷射阀客户，其中部分年份的重叠客户销售金额未进入前十位，表中以“＜第十大客户销售金额”列示。

2、发行人产品在客户生产过程中的具体应用，以及在客户工艺制程、工序环节中的所处位置和具体贡献，不同的点胶应用场景是否因点胶功能实现、技术难度、成本高低等存在较大差异及具体依据；

发行人与铭赛科技的压电喷射阀产品在同一客户工艺重合较少。对于重合工艺制程，发行人与铭赛科技的压电喷射阀均在通过了客户工艺验证后供货，双方点胶功能实现不存在较大差异，在瑞声科技 LENS 镜头（潜望式）组装这一重合客户重合工艺，发行人是瑞声科技该工艺压电喷射阀的主要供应商。在客户采购成本方面，从公开信息披露来看，发行人的平均采购单价略高于铭赛科技，不存在较大差异。

（1）重合客户的相同应用场景

经访谈上述主要重合客户，发行人的压电喷射阀在瑞声科技光学组件领域的 LENS 镜头（潜望式）组装工艺段与铭赛科技存在重合，在歌尔股份的智能穿戴设备组装工艺段与铭赛科技存在重合，在欧菲光的光学组装领域的摄像头模组组装工艺段与铭赛科技存在重合，具体比较情况如下：

重叠客户	生产过程中的具体应用（工艺段）	在客户工艺制程、工序环节中的所处位置	具体贡献情况	技术难度（细分工艺段）	比较情况
瑞声科技	LENS 镜头（潜望式）组装	在 LENS 镜头模组生产过程中，间隔环与镜头之间间隙点的粘接	实现点胶细线条高强度的粘接，固定镜片，提高镜头的牢固性	槽深 0.4～0.5mm 的工艺段：在槽深较高的同时要求无散点。	发行人通过优化喷嘴内外部结构及撞针外径、优化控制器功能等方式提高了产品良率。 根据客户访谈，发行人测试良率在 99%以上，高于竞争对手，在该重合工艺段是主要供应商。
				槽深 0.8～0.9mm 的工艺段；在槽深更深的同时仍要求无散点。	根据客户访谈，发行人为客户该工艺的供应商，竞争对手未能通过工艺验证。
歌尔股份	智能穿戴设备组装	在后期手表组装生产过程中，中后壳与前壳之间的粘接压合	实现点胶线条的高强度的粘接，固定好中后壳，提高了中后壳和前壳之间的粘结力	国产品牌可穿戴产品组装，该工艺以 UV 胶工艺为主。	发行人与竞争对手均实现工艺要求。
		在蓝牙耳机组装生产过程中，后壳闭环压合后的粘接	实现无断胶线条，固定后壳，提高了后壳与前壳的粘结强度		
		苹果 TWS 耳机组装	固定中壳和外膜，提高中壳和外膜的粘接强度	热熔胶粘接难度高于一般工艺要求。	经客户访谈，发行人批量供货，竞争对手未进入该工艺。
欧菲光	摄像头模组组装	在前道设备进行调焦后，将 Lens 与 Holder 点胶固定	实现小胶量高强度粘接，将摄像头焦距固定，防止跑焦。	要求无散点、不挂胶，胶量稳定。	发行人与竞争对手均实现客户工艺要求。
		单个摄像头与支架点胶固定	实现单个摄像头用支架粘接固定，组成摄像头群		

（2）重合客户的不同应用场景

发行人与铭赛科技的压电喷射阀产品在重合客户还存在不同应用场景，具体如下：

重合公司	具体工艺制程	发行人	铭赛科技
华天科技	应用领域	半导体封装	MEMS 器件封装
	工艺	固晶工艺	ASIC 包封
	技术难度	银浆喷射过程中易散点，污染芯片引脚，造成芯片短路	ASIC 包封主要是将 ASIC 晶片和金线（根据客户需求）进行包封。

	点胶功能实现	散点良率提升至 99.90%，已形成批量销售	已形成批量销售
瑞声科技	应用领域	光学组件	MEMS 器件封装
	工艺	VCM 铆点包覆	ASIC 包封
	技术难度	要求包裹住铆点，对胶水高度有严格的要求，多个铆柱总胶量亦有严格的控制要求，无散点，无溢胶，一致性要求高。	ASIC 包封主要是将 ASIC 晶片和金线（根据客户需求）进行包封。
	点胶功能实现	发行人为该工艺的供应商，其他厂商未通过验证	已形成批量销售

综上，只有在通过客户工艺验证的情况下，压电喷射阀厂商才能进入客户工艺制程环节，同一客户同一工艺段所使用的压电喷射阀在配置、价格方面通常不存在重大差异，而产品良率、稳定性等方面的表现、评判则决定了客户对不同厂商提供产品的偏好程度，也会对其向不同厂商的采购价格产生一定影响。

此外，应用于不同点胶应用场景的压电喷射阀通常不存在重大差异，如发行人同一型号的压电喷射阀可同时应用于 3C 电子、锂离子电池、半导体等领域。但通过压电控制器控制参数的轻微改变，流道结构、撞针喷嘴模块的细微变化，都会对流体状态产生巨大的影响。因此，对压电喷射阀供应商而言，针对不同点胶应用场景、不同点胶功能实现要求，如何运用核心技术满足工艺要求，提升良率、稳定性及生产效率，是判断其技术实力的重要标准。

（三）发行人主要产品单价逐年下降、部分点胶设备厂商向上游拓展自研自产点胶阀，与发行人的产品技术先进性是否存在矛盾，发行人应对价格下行以及市场竞争情况进行的新技术、新产品或新工艺的研发情况和储备情况，与行业技术迭代和需求的匹配情况；

1、发行人主要产品单价逐年下降，与发行人的产品技术先进性不构成矛盾

（1）发行人是一家技术驱动型企业

发行人创始团队自 2002 年起从事压电驱动与控制技术的理论研究，曾承担多项国家级科研项目，积累了深厚的压电理论基础知识。发行人创始人刘建芳博士曾任吉林大学教授、博士研究生导师，先后入选常州市“龙城英才计划”、“江苏省高层次创新创业人才引进计划”、科技部“创新人才推进计划-科技创新创业人才”。

发行人十分注重研发，2018 年～2020 年累计研发投入占累计营业收入的比例为 10.70%。截至 2021 年 6 月 30 日，发行人正在从事的研发项目达到 15 项，拥有专职研发人员 94 人，占员工总数的比例为 27.09%，发行人硕士及以上员工共 34 名，占员工总数的比例为 9.80%。

发行人于 2014 年率先推出国产压电喷射阀产品，通过研发积累了技术先发优势，不断契合并持续满足客户需求，驱动业绩的增长。经过多年持续的研发投入，在硬件结构与软件算法方面，发行人快速进行产品升级迭代，压电喷射阀产品已更新至第四代，正在进行第五代产品的研发并预计 2022 年推向市场。

为保持压电喷射阀的核心竞争力，发行人通过定制开发，使得压电喷射阀适用于部分半导体固晶环节和消费锂离子电池切边包封环节，并积极拓展新工艺，对于应用于新领域、新工艺的压电喷射阀保持了较高的价格水平。在消费锂电池领域，公司提出“双阀对喷”方案应用于锂离子电池切边整形包封，相比客户原采用的胶带等包封工艺，该方案可减小包封面积，提升电池能量密度，发行人是 ATL 消费锂电池切边包封工艺首家及目前独家压电喷射阀供应商。

此外，发行人基于对压电驱动理论的持续研究及核心技术的驱动，提高自主研发能动性，保持核心技术的前瞻性，推出了压电比例阀，并成功研发了压电超声波流量控制器，此外还在持续研发压电伺服阀等新产品，进一步提高了公司的核心竞争力。

（2）发行人主要产品单价逐年下降具备合理性

报告期内，发行人压电喷射阀的平均单价分别为 3.06 万元/套、2.96 万元/套、2.81 万元/套和 2.59 万元/套，呈下降趋势；毛利率分别为 65.85%、70.71%、71.38%及 67.77%，整体仍维持在较高水平，发行人产品的盈利能力始终保持较高水平。

发行人的压电喷射阀需根据不同工艺的需求配置不同的撞针喷嘴模块或对流道结构、软件算法等进行一定的修改，因此具有一定的定制化特征。发行人压电喷射阀单价有所下降的主要原因系：（1）随着发行人产品工艺技术的成熟，以及实现规模销售，公司产品成本下降，为发行人产品带来更多利润空间。为了便于产品的市场推广，让更多的压电喷射阀能够替代传统的针头和气动喷射阀，在

保持产品盈利水平的情况下，公司适当进行了价格调整；（2）包括国际制造商在内的行业竞争对手均重视喷射阀的中高端市场开拓，公司采取价格策略积极应对，给予战略性客户具有竞争力的市场价格；（3）发行人持续进行研发投入，产品推陈出新，为保持系列产品的竞争优势，对老产品进行重新定价。

综上，发行人系一家技术驱动型企业，发行人产品单价逐年有所下降与发行人的产品技术先进性不构成矛盾。

2、部分点胶设备厂商向上游拓展自研自产点胶阀，与发行人的产品技术先进性不构成矛盾

国内点胶设备厂商中能够自研自产压电喷射阀的公司较少，包括铭赛科技、安达智能及轴心自控等。除铭赛科技外，轴心自控、安达智能的压电喷射阀主要配套自身设备，未单独形成规模销售，铭赛科技单独销售压电喷射阀的规模小于发行人，发行人产品在国产品牌中保持了较强的竞争力。

相较于同行业设备厂商，发行人更专注于压电驱动精密流体控制核心部件的研发及产业化，技术研发兼具深度和广度。凭借在国内同行业厂商中的先发优势，发行人深入了解下游客户的工艺需求，深耕行业，针对压电驱动精密流体控制技术在实际应用中的各项问题开展了深入的研究和探索，不断进行产品更新迭代，优化产品功能性能，产品技术水平保持国内领先，目前与国外领先企业处于同一梯队。

此外，发行人还通过掌握的核心技术解决下游实际应用过程中的工艺难点，如实现了窄边框手机中框点胶高宽比 80%以上、手机摄像头模组 LENS（镜头）贴装工艺低粘度胶水散点率 0.5%以下、半导体固晶封装点银浆极高散点良率、消费锂电池切边整形包封等特殊工艺，并成功将压电喷射阀应用领域拓展至消费锂电池制造、半导体固晶工艺、光伏太阳能电池叠瓦工艺等领域，掌握了丰富的工艺数据库。

因此，部分点胶设备厂商向上游拓展自研自产点胶阀，与发行人的产品技术先进性不构成矛盾。

3、发行人应对价格下行以及市场竞争情况进行的新技术、新产品或新工艺

的研发情况和储备情况，与行业技术迭代和需求的匹配情况

发行人充分利用压电喷射阀市场的先发优势以及压电驱动精密流体控制技术的研发和技术优势，积极研发储备符合行业技术发展趋势和市场需求的新技术、新产品和新工艺，进一步提高压电喷射阀等产品的性能，完善产品功能，拓展应用领域，适应产品性能指标进一步提高以及适用胶液范围进一步扩大的技术发展趋势，满足客户使用更加智能化、简单易用，并最终提升生产效率、降低生产成本的需求。

（1）新技术

序号	名称	具体内容
1	双压电驱动控制点胶技术	使用双压电元件分别控制喷射时撞针上抬和下落，主要解决目前单压电元件结构正常生产时频率无法大幅提升的问题，同时可以进一步提升压电喷射点胶的精度。
2	压电喷射阀出口检测技术	通过光学检测系统实时监控检测喷嘴出口处喷射状态和漏点现象，可有效提升生产时点胶良率，提高生产效率。
3	压电直驱微喷印技术	采用压电元件直接驱动撞针，实现低粘度胶水的微量喷射，可以实现更小的胶点直径和胶线宽度。
4	流道组件内流体液固相变控制技术	解决流体在流道内发生液固相变的问题，保持流体性质的稳定性，特别是双组分流体混合之后液固相变的控制，一方面可以增加胶水的可操作时间，另一方面可以提高整体的点胶精度。
5	脉动供胶与压电喷射联动控制技术	通过脉动供胶的控制减少单点供胶量，提升单点出胶量的稳定性，实现更小的胶点直径和胶线宽度。
6	噪声控制技术	采用声波降噪原理，波峰波谷对消，达到明显降噪效果，改善工作环境。

（2）新产品

序号	名称	具体内容
1	第五代压电喷射阀	主要针对智能化和维护便捷化使用进行迭代，可以大幅减少人为调试因素的影响，延长产品的维护保养周期，减少因维护保养造成的产能损失，同时各项参数的调节可实现数字化，方便控制器对压电喷射阀工作状态进行智能调节，使产品更为简单易用。
2	双组份压电喷射阀	针对双组份胶水的难喷射特性进行定向开发，扩大压电喷射阀适用的胶液范围。
3	锡膏压电喷射阀	锡膏喷射难度大，针对锡膏的喷射点胶开发，可以实现狭窄缝隙和微量锡膏的喷射点胶工艺。

（3）新工艺

序号	名称	具体内容
1	半导体芯片点银浆固晶工艺优化	重新设计、测试撞针喷嘴结构，调整控制器硬件电路，修改软件程序，通过掩模板散点控制方法，减少降低散点产生的概率，同时还设计了散点收集装置将产生的散点进行收集。
2	真空点胶工艺	开展真空环境下喷射点胶工艺研究，进一步改善点胶过程中产生气泡引起点胶不良的问题。

3	颗粒度高胶水的点胶工艺	重新优化撞针喷嘴组件撞击时的冲击力，通过控制算法来控制撞针的运动过程，在撞击之前适度的减速，保证充足推进力的同时减少冲击力；测试新材料的撞针喷嘴，可以大幅提升撞针喷嘴的耐磨和耐冲击性，提高颗粒度高胶水喷射时撞针喷嘴组件的寿命。
4	药丸包浆工艺	此工艺将药皮、药液两种液体同时喷射至混合部，通过双阀时序控制可以保证药皮、药液的高频供给，同时调整药液的喷射力度不至于击穿药皮包裹，实现了药丸的高频包浆工艺。

（四）除压电喷射阀外其他产品的潜在客户及应用场景，产品核心竞争力和客户拓展的可行性；

除压电喷射阀外，发行人其他产品的潜在客户及应用场景，产品核心竞争力和客户拓展的可行性具体分析如下：

<table>
<tr><th colspan="2">产品类型</th><th>潜在客户</th><th>应用场景</th><th>产品核心竞争力</th><th>客户拓展的可行性</th></tr>
<tr><td rowspan="2">压电比例阀</td><td>低压</td><td>博众精工、赛腾股份等 3C 行业厂商；
先导智能等锂离子电池行业厂商；
海目星等激光行业厂商</td><td>3C 电子领域的气密性捡漏仪；
锂离子电池领域的卷绕机；
低功率激光切割等</td><td rowspan="3">具备丰富的压电驱动精密流体控制技术储备、技术延展性较好；
产品性能指标达到了国外主流产品的水平；
能够满足下游应用行业对高性能产品的需求；
实现了进口产品的国产化；
产品性价比高</td><td>公司在锂离子电池领域已直接或间接向利元亨、深圳吉阳智能科技有限公司、深圳远荣智能制造股份有限公司供货。
正在进行博众精工、赛腾股份、海目星的验证测试。</td></tr>
<tr><td>高压</td><td>苏州迅镭激光科技有限公司、苏州大族松谷智能装备股份有限公司等激光行业厂商</td><td>高功率激光切割等</td><td>公司已间接向江苏恒宇激光设备有限公司供货。
正在进行苏州迅镭激光科技有限公司、苏州大族松谷智能装备股份有限公司的验证测试</td></tr>
<tr><td colspan="2">压电超声波流量控制器</td><td>亨通光电等光纤行业厂商；
正帆科技等光伏行业厂商；
半导体设备厂商</td><td>光纤领域外部气相沉积 PVD 设备；
光伏领域 PVD 设备等；
半导体领域光刻机、刻蚀机、离子注入等</td><td>公司在光纤领域目前已向江苏亨通线缆科技有限公司小批量供货。
正在进行正帆科技的验证测试</td></tr>
<tr><td colspan="2">精密螺杆泵及精密螺杆阀</td><td>TDK 株式会社、深圳顺络电子股份有限公司等电子元器件厂商；
歌尔股份等消费电子厂商</td><td>电感、变压器等电子元器件的点胶；
VR/AR 产品的点胶</td><td>核心部件转子与定子的自主研发；
双组份胶液混合比例自动校准的控制方法；
快速响应客户定制化需求的能力</td><td>公司产品已直接向赛尔康技术(深圳)有限公司、东莞胜美达（太平）电机有限公司、富士康、立讯精密等苹果公司产业链供货，并间接向陆逊梯卡华宏（东莞）眼镜有限公司 VR 眼镜生产工艺、名硕电脑（苏州）有限公司供货。
正在进行 TDK 株式会社、深圳顺络电子股份有限公司、歌尔股份的测试验证。</td></tr>
<tr><td colspan="2">激光熔锡焊系统</td><td>辽宁中蓝电子科技有限公司、河南皓泽电子股份有限公司等 VCM 行业主流客户；
舜宇光学等摄像头模组行业主流厂商；
倒车雷达行业厂商；
可穿戴设备生产厂商；</td><td>引线焊接、PIN 脚焊接、弹片焊接、悬丝焊接、BGA 植球、焊盘上锡</td><td>具备独创的沟槽结构与微小颗粒顺序输送技术，实现类球型微小颗粒物料的快速、精准整列、排序与输送，大幅提高激光焊接效率</td><td>公司产品已成功应用在瑞声科技 VCM 焊接、珠海上富电技股份有限公司倒车雷达焊接、立讯精密的苹果手机连接器焊接、仁宝电子科技(昆山)有限公司运动手表焊接、常州丽声科技有限公司 FPC 软板焊接等工艺；</td></tr>
</table>

	FPC 行业厂商。			正在进行深圳市联合东创科技有限公司、舜宇光学、富士康等公司产品的测试验证。
真空灌胶系统	宁德时代、比亚迪等新能源动力电池行业客户	新能源动力电池电芯组件之间涂胶、电芯模组侧板涂胶等	四大模块（备料模块、计量模块、出胶模块、运动控制系统）的自主研发； 快速响应客户对特定工艺进行定制化改造的需求； 产品性价比高	公司在短交通动力电池领域已向东莞新能安科技有限公司批量供货。 在宁德时代、比亚迪完成了功能验证及可靠性验证，对方正在进行设备试用，拟于试用通过后向公司批量采购。

注：上表中潜在客户包括发行人正在测试验证的厂商；发行人已导入的应用领域的厂商；发行人尚未导入也尚未进行验证测试，但对发行人产品存在需求的相关领域厂商。

（五）结合最近一年新增销售产品情况，逐项说明该等新产品的市场容量、竞争格局、发行人地位及其产品和技术的优劣势，说明国产参与情况并分析原因。

发行人最近一年新增销售产品主要为压电比例阀及真空灌胶系统，此外还开发了压电超声波流量控制器。

1、压电比例阀

（1）市场容量

传统的电气比例阀产品已用于激光切割、研磨、印刷、焊接、喷涂、层压、塑料成型和气密性检测等众多工业自动化场景，通过集成在半导体化学机械抛光设备、固晶机、智能点胶机、贴合邦定机、锂电池化成机、光伏丝网印刷机等设备上，已服务于半导体、3C 电子、新能源、光伏、汽车、印刷、食品、医疗和生物医药等众多行业。根据 Market Analysis and Insights 测算，2020 年全球比例阀市场价值为 5.201 亿美元，预计到 2026 年底将达到 6.455 亿美元，2021～2026 年期间复合年增长率为 3.1%。根据 QYResearch《2021-2027 全球与中国电磁阀市场现状及未来发展趋势》，2020 年全球比例阀的销量为 415.1 万件，消费额为 6.48 亿美元；预计到 2026 年，销量将增加至 604.3 万套，消费额将增加至 8.43 亿美元。

传统电磁比例阀性能上的局限性限制了某些高精度设备性能的进一步提升，而压电比例阀利用压电先导放大技术替代了传统的电磁先导放大技术，实现了气压的快速、精准调节，相较传统电气比例阀控制，大大提高了流体控制精度，响应速度更快，且体积小、重量轻，工作中发热少、不产生磁干扰，不仅适用现有电气比例阀的应用场景，还在防爆、医疗等特殊场景下更具应用优势。随着我国

制造业持续向自动化、智能化发展，对高精度比例阀的需求将持续增加，压电比例阀作为一种新型比例阀产品，凭借性能优势将逐步在更多领域替代传统电气比例阀，具备较为广阔的市场前景。

压电高压比例阀属于压电比例阀的一种，应用于更加细分的市场，主要是对激光领域的多路气体进行精密比例控制。根据广发证券的研究报告[1] 测算，中国市场 2021-2023 年高功率激光切割机的更新替代需求分别达到 1.64 万台、2.11 万台和 2.92 万台，高功率激光切割机的复合年均增长率为 30.06%；每台高功率激光切割机均需配置一台高压比例阀，因此高压比例阀的市场需求也是在不断攀升中。目前该产品市场上为德国贺尔碧格供应，发行人该产品的推出有助于提升该关键生产环节生产设备的国产化。

（2）竞争格局及发行人地位

由于电磁比例阀较早进入到智能自动化领域，同时电磁比例阀的价格相对压电比例阀较低，目前市场上的比例阀产品仍以电磁比例阀为主，主要生产厂家为日本 SMC、德国费斯托等。压电比例阀由德国贺尔碧格率先推出，售价较高，在工业自动领域应用较少，只用在某些对气压精度要求比较高的行业的设备上（如医疗行业的检漏仪），及化工、煤矿等需要防爆的行业。此外，德国费斯托推出的压电比例阀，具有噪音低、静音特性，所以主要针对医疗行业，其产品不能满足大多自动化领域大流量控制的需求。

发行人于 2020 年推出国产压电比例阀产品并实现小批量销售，目前已在半导体制造产业的固晶机、锂离子电池产业的涂布机、卷绕机以及高功率激光切割设备等智能装备中得到应用。根据公开信息查询及公司掌握的行业信息，国内尚无其他量产压电比例阀的国产厂商。除已实现对部分电磁比例阀应用领域的替代外，发行人压电比例阀产品通过经销商还成功导入百林科制药装备科技（江苏）有限公司等公司，实现了对贺尔碧格部分压电比例阀的替代，客户使用反馈情况较好。鉴于发行人推出压电比例阀的时间较短，目前的市场份额较低，但未来可拓展的市场十分广阔。

[1] 广发证券《激光行业深度研究报告：行业成长与破局》

（3）发行人产品和技术的优劣势

1）优势

①发行人的压电比例阀产品实现了进口产品的国产化，且性能指标达到了国外主流产品的水平：

发行人的压电比例阀产品性能指标在工作效率、控制精度以及灵敏度方面均已达到贺尔碧格同类产品水平，迟滞性和重复性指标优于费斯托同类产品，产品指标均优于 SMC 的电气比例阀，总体达到国外同类主流产品水平。发行人产品性能指标与同行业公司对比如下：

公司名称	型号	响应时间	迟滞性	线性度	重复性	响应灵敏度
费斯托	VEAA/VEAB/VPPE	/	<0.25%F.S.	<±0.5%F.S.	<±0.4%F.S.	/
贺尔碧格	TECNO 系列	<10ms	<0.2%F.S.	<±0.5%F.S.	<±0.2%F.S.	<0.1%F.S.
SMC	ITV 系列(注)	<100ms	<0.5%F.S.	<±1%F.S.	<±0.5%F.S.	<0.2%F.S.
发行人	PPC 系列	<10ms	<0.2%F.S.	<±0.5%F.S.	<±0.2%F.S.	<0.1%F.S.

数据来源：各可比公司官网。
注：SMC 的 ITV 系列系电气比例阀。

发行人开发的高压比例阀产品能够同时控制空气、氮气和氧气三路气体的气压，有助于提升高功率激光切割机的工作效率，且控制精准、响应速度快、功耗低。目前市场上可同时控制三路气体的高压压电比例阀主要由德国贺尔碧格公司生产。发行人产品的控制精度和最大控制压力与贺尔碧格同类产品处于同一水平，不仅能控制更高的气体压力输出，在低输出气压段的控制精度也更高。

②发行人压电比例阀相较国外厂商具备较大的成本优势，有利于公司进一步扩展压电比例阀的国产化应用市场。

2）劣势

①发行人压电比例阀产品目前在响应时间方面还低于行业最高水平。

②发行人压电比例阀产品推出市场时间较短，国外品牌起步较早，市场占有率高，发行人产品的市场认可度有待提升。

③产品的产能及生产效率尚不及行业领先企业德国贺尔碧格及德国费斯托

等。

（4）国产参与情况及原因

根据公开信息查询及公司掌握的行业信息，除发行人外，国内尚无量产压电比例阀的厂商，主要系压电比例阀涉及多项压电相关技术（包括压电元件微位移反馈闭环控制技术、压电元件高频驱动技术、压电元件微位移放大技术等），并涉及复杂的控制算法。发行人自设立以来便专注于压电驱动精密流体控制技术研发，针对压电驱动精密流体控制技术实际应用中的各项基础问题开展了深入的研究，形成以压电驱动与控制技术为基础、以精密流体控制为目标的核心技术体系，技术储备较为丰富，技术延展性较好，因此突破了压电比例阀的技术瓶颈。

2、真空灌胶系统

（1）市场容量

真空灌胶系统广泛运用于短交通动力电池、汽车动力电池、IGBT 模块封装、工业电子电气、汽车制造等领域。短交通动力电池、新能源动力电池领域的厂商通常会对真空灌胶机进行批量采购，其他行业的采购需求较为分散、以零星采购居多。

就短交通动力电池，根据国家统计局数据，2020 年度，电动自行车规模以上企业产量为 2,966.1 万辆，同比增长 29.7%；2021 年 1～6 月，电动自行车规模以上企业产量 1,620.2 万辆，同比增长 33.6%。电动自行车市场规模的快速增长为上游短交通动力电池提供了增长支持。我国电动自行车的短交通电池主要分为铅酸电池、锂离子电池。公司真空灌胶系统应用的短交通电池领域主要系锂离子电池，与传统铅酸电池相比，锂离子电池具备轻量化、环保、使用期限长等优点。从国际上看，日本、欧美等发达国家，锂离子电池电动自行车已普及，而中国目前的电动自行车短交通电池中，铅酸蓄电池仍然占据主要地位。但是，随着技术的成熟、成本的下降，在未来数年内，锂离子电池电动自行车将不断发展，锂离子电池在短交通电池领域的市场份额将逐步提升。

就新能源动力电池，中日韩三国的动力电池出货量占全球总出货量的 90%以上，中国从 2015 年赶超日本成为全球最大的动力电池生产国。根据中国汽车工

业协会发布的数据，2020 年，新能源汽车产销分别完成 136.6 万辆和 136.7 万辆，同比增长 7.5%和 10.9%；2021 年 1～9 月，新能源汽车产销分别完成 216.6 万辆和 215.7 万辆，同比分别增长 1.8 倍和 1.9 倍。按照 SNE Research 统计，2020 年全球前十动力电池企业使用量占比为 92.5%，市场集中度进一步提升,其中排名前三名分别为宁德时代、LG 化学、松下电器。公司的真空灌胶系统产品已在宁德时代完成了功能验证及可靠性验证，正在进行设备试用，拟于试用通过后向公司批量采购。随着新能源汽车及其上游动力电池行业的快速发展，公司产品的市场容量潜力很大。

（2）竞争格局及发行人地位

国外厂商 Graco（固瑞克）、Scheugenpflug（肖根福罗格）等进入市场较早，国内厂商早期主要从 Graco（固瑞克）等国外部件厂商采购灌胶系统部件的方式进行系统集成，对核心部件的开发能力较弱，随着国内厂商技术水平的不断突破，涌现出了一批具备自主研发能力的国产灌胶系统厂商。鉴于灌胶系统的下游应用十分广泛，行业内企业的应用领域也分布在不同行业，较为分散。

公司名称	公司基本情况	可比产品	应用领域
Graco（固瑞克）	总部位于美国明尼苏达州，主要提供流体和黏胶材料的输送、计量、控制和供料的部件	灌胶机部件，如单液静态阀、双液静态阀、活塞计量泵等	新能源锂电池、太阳能光伏、汽车电子等
Scheugenpflug（肖根福罗格）	总部位于德国，是一家一直专注于生产和研发灌胶系统，并且提供围绕灌胶相关工艺的自动化解决方案的公司	真空灌胶系统	电子元器件、汽车电子、医疗技术和家用电器等
苏州迪泰奇自动化科技有限公司	专业的油漆涂装设备、胶水设备、润滑设备及自动化设备服务商	灌胶系统	新能源锂电池等
上海盛普智能设备有限公司	集研发、生产、销售、售后为一体的自动化设备及生产线的企业，致力于为客户提供单、双组份密封类流体控制、润滑及粘接、组装等解决方案	灌胶机	光伏、一般工业、新能源汽车、电子、通信等
世椿智能	专业研发、生产和销售各种流体应用控制设备、工业机器人、非标自动化生产线等智能设备以及智能控制软件，主营产品有高速点胶机、桌面型自动点胶机、灌胶机和工厂非标自动化设备	真空灌胶机	汽车制造、电容线圈、变压器、继电器、电源等
安达智能	国内领先的流体控制设备、等离子设备和固化炉等智能制造装备的研发生产一体化企业	灌胶机	汽车电子、手机等
深圳市欣音达科技有限公司	专注于双液灌胶系统的研发、生产、销售及配套服务	灌胶机	工业电子、消费电子、白色家电等
发行人	国内压电驱动精密流体控制技术领先企业和产业化先行者	真空灌胶机	短交通动力电池、汽车动力电池、IGBT 模块封装等

发行人真空灌胶系统的竞争对手未披露其产品的产销情况，亦未披露各自细分领域的产销数据，因此难以测算发行人真空灌胶系统产品目前的市场份额。就发行人真空灌胶机在短交通动力电池领域的应用，根据对发行人客户东莞新能安科技有限公司的访谈，发行人是该公司同类产品第一大供应商，发行人在其同类产品的采购占比高达 75%。此外，发行人于 2021 年 8 月与宁德时代（CATL，300750.SZ）签订了《框架采购合同》，发行人产品将用于其电芯组件之间涂胶、电芯模组侧板涂胶等，目前已完成了功能验证及可靠性验证，正在进行设备试用，拟于试用通过后向公司批量采购。

（3）发行人产品和技术的优劣势

1）优势

①发行人具备真空灌胶系统四大模块（备料模块、计量模块、出胶模块、运动控制系统）全部自主研发的能力，具有较强的创新能力。

②与下游龙头客户合作，客户响应速度快

报告期内，东莞新能安科技有限公司是发行人该产品第一大客户，发行人还与宁德时代签署了框架协议，与下游龙头客户合作，有利于真空灌胶系统产品市场的拓展。此外，发行人能满足客户特定工艺的定制化需求，客户响应速度快。

2）劣势

①发行人真空灌胶系统的推出时间较短，品牌知名度有待提高。

②成功的项目案例相对较少，在生产过程中还需逐步完善生产流程以及具体的工艺标准。

（4）国产参与情况及原因

除发行人外，苏州迪泰奇自动化科技有限公司、上海盛普智能设备有限公司、世椿智能、安达智能、深圳市欣音达科技有限公司等国产厂商也参与到了灌胶系统的市场竞争中，主要原因系灌胶系统的下游应用领域较为广泛，市场容量大，国产参与者较多。

3、压电超声波流量控制器

（1）市场容量

压电超声波流量控制器可以对各类特殊气体质量流量进行精密控制，其作用是精确的控制进入腔体的载气和反应气体的单位时间内的流量，达到反应需要的混合比例或维持真空环境，通过集成在氧化炉、扩散炉、晶体生长炉、刻蚀机、气相沉积设备（CVD）、镀膜机等设备上，可广泛应用于半导体、光伏、光纤、真空镀膜、燃料电池、分析仪器、新型材料、汽车电子、食品工业、医疗行业等众多领域。

目前高性能的流量控制器产品长期以来一直被国外品牌所垄断，尤其是在半导体行业，其产品开发具有相当大的难度，是半导体装备关键部件之一，全球只有少数国外厂家能够量产。

根据行业内龙头企业日本 HORIBA 的公开年度报告测算，2020 年，全球流量控制器仅半导体市场的容量就在人民币 47 亿元以上。此外，其他如光纤、光伏、真空镀膜等行业对流量控制器的需求也十分巨大，部分单个光伏设备会搭载 20 多个流量控制器，分别起到对不同气体（一种气体使用一个流量控制器）的控制、所需工作环境的维持等作用。根据相关公开资料报道，2017 年流量控制器全领域（含半导体）市场就已经超过 10 亿美元，并预计了每年 7.9%的增长速度，到 2026 年将达到超过 20 亿美元的市场规模。

（2）竞争格局及发行人地位

目前流量控制器市场主要被日本 HORIBA、美国 BROOKS 及 MKS 等厂商所垄断，半导体行业所需设备（包括光刻机、CVD、PVD、离子注入等）上配置的流量控制器产品几乎均被以上三大厂家产品所垄断。根据日本 HORIBA 的年度报告，HORIBA 压电流量控制器在半导体领域的全球市场份额约为 60%；美国 BROOKS 在发展过程中兼并了多家公司，其流体测控技术在半导体领域处于领导地位；美国 MKS 在半导体行业产品种类诸多，旗下的产品也在市场处于一定领导的地位。

基于对压电驱动精密流体控制技术的储备及不断研发，公司推出的压电超声波流量控制器已经达到了国外同类产品的性能，已在光纤领域向江苏亨通线缆科技有限公司小批量供货，并正在进行正帆科技、捷佳伟创的验证测试。发行人压电超声波流量控制器产品尚处于市场推广阶段，但其下游应用领域的市场容量较

大，具备较好的市场前景。

（3）发行人产品和技术的优劣势

1）优势

①核心技术自主研发

发行人通过自主研发，掌握了高精度流量传感器、自适应 PID 压电阀门控制算法、气体流量标定曲线拟合算法、压电陶瓷全金属自主封装、全金属自主密封等关键技术，已实现了对 40 多种气体（含腐蚀、有毒气体）的精准控制。

②获得下游重要客户的认证

公司在光纤领域目前已向江苏亨通线缆科技有限公司小批量供货；正在进行正帆科技、捷佳伟创等光伏行业客户的验证测试，同时积极拓展半导体领域的客户。

③较国外品牌，公司产品更具备成本优势，有利于公司产品加快导入潜在客户。

2）劣势

①公司推出产品的时间较短，市场品牌知名度尚不高。

②由于压电超声波流量控制器是关键设备上的核心零部件，部分客户选择替换时比较谨慎，市场导入期较长。

③产品实际应用场景还较少，需要通过大量应用场景逐步完善生产流程、具体的工艺标准、产品量程，并拓宽适用的气体种类，以满足更多应用场景的需要。

（4）国产参与情况及原因

根据公开信息查询及公司掌握的行业信息，除发行人外，国内尚无量产压电超声波流量控制器的厂商，主要系压电超声波流量控制器对高精度流量传感器研发、高响应快速自适应 PID 压电阀门控制及气体流量标定曲线拟合算法、压电陶瓷全金属自主封装和全金属自主密封技术的要求较高。发行人系专注于压电驱动精密流体控制技术研发及产业化应用的企业，技术储备较为丰富，技术延展性强，

因此突破了压电超声波流量控制器的技术瓶颈。

二、请发行人结合回复情况完善风险揭示。

结合发行人压电喷射阀产品销售单价下降的情况，对《招股说明书》之“第四节 风险因素”之“（二）毛利率下滑的风险”内容进行了完善：

“报告期内，**公司压电喷射阀单价分别为 3.06 万元/套、2.96 万元/套、2.81 万元/套和 2.59 万元/套，呈现略微下降的趋势；**公司的综合毛利率分别为 64.65%、65.90%、65.42%及 57.69%，**虽有下滑，但**总体处于较高水平。公司综合毛利率较高得益于公司产品具有较高的技术附加值，报价参考国外品牌，成本相比国外品牌具有竞争优势。**但近年来，以德国微密斯为代表的国外厂商采取差异化价格策略，对于部分项目给予了较大折扣，市场竞争策略逐步奏效；国内厂商面对该市场竞争趋势，也采取了各自的市场竞争策略，因此，国内厂商的产品销售价格也随之呈现下降趋势。**公司的下游客户及终端产品具有迭代速度快，技术要求高的特点，公司需要持续开展压电驱动精密流体控制技术的研发投入及产业化，以满足客户需求，进一步开拓市场。若公司无法持续依靠技术优势保持产品和服务的较高附加值，可能导致公司的**产品单价**、毛利率下降。”

问题 3　关于外采压电喷射阀

根据问询回复，报告期部分点胶设备订单指定采用国外品牌压电喷射阀。

请发行人说明：（1）采用其他品牌压电喷射阀的点胶设备数量及占比；（2）客户指定采用其他品牌压电喷射阀的原因，前述喷射阀相关技术指标与发行人产品的差异情况。

【回复】

一、请发行人说明：

（一）采用其他品牌压电喷射阀的点胶设备数量及占比；

发行人仅 2020 年度应一家客户指定采用其他品牌压电喷射阀，并搭载公司的智能点胶机器人系统后对外销售。2020 年度，发行人智能点胶机器人系统销售量为 310 台，采用其他品牌压电喷射阀的点胶设备为 28 台，占比 9.03%。

（二）客户指定采用其他品牌压电喷射阀的原因，前述喷射阀相关技术指标与发行人产品的差异情况。

1、客户指定采用其他品牌压电喷射阀主要原因为保证生产效率、良品率及稳定性

点胶阀的性能指标及稳定性决定了点胶工艺的胶量精度、点胶效率及一致性，对最终点胶工艺的实现具有至关重要的影响，因此为保证生产效率、稳定性及良品率，下游客户通常在选定点胶阀后，不会轻易更换已经工艺验证的供应商及产品型号。基于上述原因，虽然发行人的智能点胶机器人经过验证后，已实现对客户原有点胶设备的替代，但客户仍会指定发行人采购其已经验证并已长期用于该工艺的点胶阀。

2、发行人产品相关技术指标在工艺实现方面与前述压电喷射阀不存在重大差异

客户指定发行人采购的压电喷射阀为微密斯 MDS3200A-HS-UF，根据其产品手册，相关性能指标与发行人产品的对比情况如下：

公司名称	型号	持续运行频率	瞬时最高频率	最小点胶直径	最小点胶线宽	最小喷胶量	一致性误差	喷射介质的动态粘度
微密斯	MDS 3200A-HS-UF	1000Hz	3000Hz	/	/	0.3nL	/	最高至2,000,000 mPas
发行人	PZT-JET5070	1000Hz	1500Hz	0.15mm	0.17mm	0.3nL	±1%	最高至2,500,000 mPas

由上表可见，发行人产品的瞬时最高频率低于微密斯该款产品，最高喷射介质的动态粘度大于微密斯该款产品。瞬时最高频率是指阀体短时间内每秒钟喷射的点数，瞬时频率越高，压电喷射阀的爆发速度越强，在实际生产过程中，通常不考虑瞬时最高频率。最高喷射介质的动态粘度决定了点胶阀对胶液粘度的适应范围及可覆盖的工艺范围，在实际生产过程中，客户会确定好使用的胶液，只要该款胶液粘度在点胶阀的适应范围内，通常不会对最终工艺效果产生影响。

综上所述，发行人产品的性能指标在实际工艺实现方面与前述点胶阀不存在重大差异。

问题 4　关于毛利率

根据申报材料，报告期公司主要产品毛利率波动较大，主要产品压电喷射阀毛利率变动趋势与可比公司不一致，主要产品智能点胶机器人系统毛利率低于行业平均值。

请发行人说明：（1）结合各主要产品类型中细分产品平均单价、平均单位成本及各期产品结构变化，量化分析报告期各主要产品毛利率波动情况；（2）结合压电喷射阀、智能点胶机器人系统业务模式、客户结构等方面的差异，分析上述产品毛利率与可比公司差异的原因及合理性。

请申报会计师核查并发表意见。

【回复】

一、请发行人说明：

（一）结合各主要产品类型中细分产品平均单价、平均单位成本及各期产品结构变化，量化分析报告期各主要产品毛利率波动情况；

主要产品毛利率波动具体分析如下：

1、压电喷射阀

报告期内，公司压电喷射阀毛利率分别为 65.85%、70.71%、71.38%及 67.77%，毛利率变动驱动因素分析具体如下：

项　目	2021 年 1-6 月		2020 年度		2019 年度		2018 年度
	金额	变动情况	金额	变动情况	金额	变动情况	金额
主营业务收入（万元）	4,833.44	/	8,017.97	1,124.45	6,893.52	429.49	6,464.03
主营业务成本（万元）	1,557.83	/	2,294.90	275.49	2,019.41	-188.37	2,207.78
毛利率	67.77%	/	71.38%	/	70.71%	/	65.85%
毛利率变动	/	-3.61%	/	0.67%	/	4.86%	/
平均单价（万元/套）	2.59	/	2.81	/	2.96	/	3.06
平均单价变动对毛利率影响	/	-2.27%	/	-1.67%	/	-0.99%	/
单位成本（万元/套）	0.84	/	0.80	/	0.87	/	1.04

项　目	2021 年 1-6 月		2020 年度		2019 年度		2018 年度
	金额	变动情况	金额	变动情况	金额	变动情况	金额
单位成本变动对毛利率影响	/	-1.34%	/	2.34%	/	5.85%	/

注 1：单价变动对毛利率的影响=（当期单价-基期成本）/当期单价-基期毛利率
注 2：单位成本变动对毛利率的影响=当年毛利率-（当期单价-基期成本）/当期单价

（1）2019 年压电喷射阀毛利率变动分析

2019 年度压电喷射阀毛利率为 70.71%，较 2018 年度提高 4.86%。单位成本的下降是 2019 年度压电喷射阀毛利率上升最主要的驱动因素，2019 年度单位成本下降主要系原材料采购价格下降所致，具体分析如下：

1）撞针、喷嘴等主要原材料向国内生产厂商采购比例提高，国内生产厂商报价相对较低。2018 年度公司的撞针、喷嘴主要通过随顺（上海）进出口发展有限公司向韩国生产厂商进行采购，当年度公司向国内生产厂商采购撞针、喷嘴的金额占当期撞针、喷嘴采购总额的 20.66%，2019 年度该比例提升至 45.50%。经过多年发展，公司根据胶液特性及客户工艺方案积累了丰富的技术数据库，并据此开发了数百种撞针、喷嘴，国内外生产厂商根据公司提供的图纸进行加工。对于客户需求稳定的常规撞针、喷嘴，公司主要向国内供应商采购，国内供应商的加工技术、使用效果与国外供应商不存在显著差异，且价格相对较低，可以替代国外原材料。以某型号喷嘴为例，2019 年度公司向随顺（上海）进出口发展有限公司的平均采购单价为 900 元/件，而向国内厂商采购的平均采购单价为 794.83 元/件，价差达 11.69%。

2）持续优化供应商结构，进一步降低采购成本。公司主要从事压电喷射阀的硬件结构设计、软件算法开发、组装及调试，不从事零部件的生产，其中机加件主要通过外发图纸定制加工后采购。公司通过开发新供应商等方式，优化供应商结构，降低采购成本。以固定压电元件的上座、下座及底座为例，2019 年度一套完整的上座、下座及底座平均采购单价为 450.09 元/套，占压电喷射阀单位成本的比重约为 5.18%，2018 年度一套完整的上座、下座及底座平均采购单价为 691.12 元/套，2019 年度平均采购单价较上年同期下降了 34.88%。

（2）2020 年度压电喷射阀毛利率变动分析

2020 年度压电喷射阀毛利率为 71.38%，2020 年度压电喷射阀平均单价及单

位成本较上年度同期略有小幅下降，毛利率总体与2019年度差异较小。

（3）2021年1-6月压电喷射阀毛利率变动分析

2021年1-6月压电喷射阀毛利率为67.77%，较2020年度下降3.61%，受平均单价下降及单位成本上升的共同影响。2021年1-6月平均单价较上年度减少了2,153元/套，降幅约为7.67%，由于应用于3C行业的产品逐渐进入成熟期，市场竞争激烈，该部分产品的平均单价下降。同时，2021年1-6月单位成本较上年度增加了319.27元/套，增幅3.97%，主要系人工费用（包括直接人工及间接人工）增加所致。2021年上半年公司为加强客户服务速度、质量，提前进行了人员储备。2021年上半年公司生产及技术人员加权平均人数较2020年度增加了约20人，2021年上半年上述人员月平均工资约为8,666.04元，人工费用的增加导致单位成本上升。

2、压电喷射阀配件

报告期内，公司压电喷射阀配件的毛利率分别为61.09%、69.56%、74.97%及72.05%。

项目	2021年1-6月		2020年度		2019年度		2018年度
	金额	变动情况	金额	变动情况	金额	变动情况	金额
主营业务收入（万元）	1,777.80	/	3,554.86	822.54	2,732.31	610.13	2,122.18
主营业务成本（万元）	496.94	/	889.72	275.49	831.62	-188.37	825.73
毛利率	72.05%	/	74.97%	/	69.56%	/	61.09%
毛利率变动	/	-2.92%	/	5.41%	/	8.47%	/

压电喷射阀配件主要包括阀部件、定制钨钢件等。报告期内，这两类主要配件收入占压电喷射阀配件收入的比例为46.56%、50.34%、44.33%及44.52%。主要配件毛利率情况具体如下：

单位：万元

产品类型	2021 年 1-6 月				2020 年度			
	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比
阀部件	1.77	0.40	77.21%	18.32%	1.38	0.31	77.86%	15.61%
定制钨钢件	0.22	0.06	72.25%	26.19%	0.18	0.06	65.46%	28.72%
小计	/	/	74.29%	44.52%	/	/	69.83%	44.33%

（续上表）

产品类型	2019 年度				2018 年度			
	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比
阀部件	1.74	0.49	71.71%	19.99%	1.17	0.33	71.88%	4.75%
定制钨钢件	0.18	0.07	60.45%	30.35%	0.19	0.10	47.41%	41.81%
小计	/	/	64.92%	50.34%	/	/	49.90%	46.56%

阀部件包括压电喷射阀阀体及压电控制器。报告期内阀部件的毛利率为71.88%、71.71%、77.86%及77.21%，2020年度和2021年1-6月的毛利率升高主要系终端客户因自身需求向公司定制了一批阀部件，分别占报告期内压电喷射阀配件收入的比例为 7.25%和 4.60%，该批部件的毛利率两期分别为 82.15%和84.94%，因此拉高了对应期间的毛利率。

定制钨钢件包括撞针、喷嘴。报告期内定制钨钢件的毛利率为47.41%、60.45%、65.46%及 72.25%。2019 年度毛利率上升主要系公司开发了国内新的供应商，并且增加了国内供应商的采购比例，导致定制钨钢件的平均成本降低。

3、智能点胶机器人系统

2019年度、2020年度及2021年1-6月，智能点胶机器人系统毛利率分别为45.26%、42.77%及37.89%，毛利率变动驱动因素分析如下：

项　目	2021 年 1-6 月		2020 年度		2019 年度
	金额	变动情况	金额	变动情况	金额
主营业务收入（万元）	1,220.00	/	3,275.17	1,163.55	2,111.62
主营业务成本（万元）	757.71	/	1,874.29	718.29	1,156.00

毛利率	37.89%	/	42.77%	/	45.26%
毛利率变动	/	-4.88%	/	-2.49%	/
平均单价（万元/件）	10.25	/	10.57	/	8.62
平均单价变动对毛利率影响	/	-1.79%	/	10.09%	/
单位成本（万元/件）	6.37	/	6.05	/	4.72
单位成本变动对毛利率影响	/	-3.09%	/	-12.58%	/

（1）按细分产品情况分类

报告期内，公司智能点胶机器人系统分为在线式和桌面式，对应的平均单价、平均单位成本及各期产品结构变化如下：

单位：万元

产品类型	2021 年 1-6 月				2020 年度			
	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比
在线式	18.51	11.04	40.38%	37.93%	19.63	11.61	40.86%	57.53%
桌面式	8.06	5.13	36.37%	62.07%	6.50	3.55	45.36%	42.47%
小计	10.25	6.37	37.89%	100.00%	10.57	6.05	42.77%	100.00%

（续上表）

产品类型	2019 年度			
	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比
在线式	15.79	8.20	48.03%	47.10%
桌面式	6.14	3.51	42.79%	52.90%
小计	8.62	4.72	45.26%	100.00%

2019 年度、2020 年度及 2021 年 1-6 月，在线式智能点胶机器人系统的毛利率分别为 48.03%、40.86%和 40.38%。2020 年度毛利率较 2019 年度下降了 7.17%，主要系新客户订单指定采用国外品牌压电喷射阀，该品牌压电喷射阀平均采购单价为 4.24 万元/套，导致上述订单材料成本增加，剔除该客户的影响，2020 年度在线式的毛利率为 46.39%。2021 年 1-6 月毛利率较 2020 年度相比变动较小。

2019 年度、2020 年度及 2021 年 1-6 月，桌面式智能点胶机器人系统的毛利率分别为 42.79%、45.36%及 36.37%。2020 年度毛利率较 2019 年度相比波动不大；2021 年 1-6 月毛利率较 2020 年度下降了 8.99%，主要系桌面式智能点胶机

器人系统市场竞争相对激烈，公司作为市场后进入者，为快速拓展市场，部分订单报价相对较低，平均单位成本上升幅度大于平均单价增幅，导致毛利率下降。

（2）智能点胶机器人系统综合毛利率变动分析

1）2020 年度智能点胶机器人系统毛利率为 42.77%，较上年度下降 2.49%，毛利率的变动受在线式产品毛利率下滑及在线式产品销售占比提升影响。2020 年度在线式销售额占当期智能点胶机器人系统销售总额的 57.53%，2019 年度该比例约为 47.10%，在线式产品的销售占比提升，从而导致智能点胶机器人系统的整体毛利率下滑。

2）2021 年 1-6 月，公司智能点胶机器人系统毛利率为 37.89%，较 2020 年度下降了 4.88%，平均单价下降是智能点胶机器人系统毛利率下降的主要驱动因素。平均单价下降主要原因为：2021 年上半年公司智能点胶机器人系统以桌面式为主，桌面式占当期智能点胶机器人系统销售总额的 62.07%，而 2020 年度以在线式为主。

4、精密螺杆泵及精密螺杆阀

报告期内，公司精密螺杆泵及精密螺杆阀毛利率分别为 64.00%、75.33%、69.82%及 71.49%，具有一定波动性。毛利率变动驱动因素分析具体如下：

项　目	2021 年 1-6 月		2020 年度		2019 年度		2018 年度
	金额	变动情况	金额	变动情况	金额	变动情况	金额
主营业务收入（万元）	1,142.65	/	1,220.23	774.37	445.86	249.69	196.17
主营业务成本（万元）	325.80	/	368.21	258.20	110.01	39.39	70.62
毛利率	71.49%	/	69.82%	/	75.33%	/	64.00%
毛利率变动	/	1.67%	/	-5.51%	/	11.33%	/
平均单价(万元/件)	4.05	/	3.22	/	1.99	/	1.50
平均单价变动对毛利率影响	/	6.23%	/	9.45%	/	8.86%	/
单位成本(万元/件)	1.16	/	0.97	/	0.49	/	0.54
单位成本变动对毛利率影响	/	-4.56%	/	-14.96%	/	2.47%	/

（1）按细分产品情况分类

报告期内，公司精密螺杆泵及精密螺杆阀按具体产品分类，对应的平均单价、平均单位成本及各期产品结构变化如下：

单位：万元

产品类型	2021 年 1-6 月				2020 年度			
	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比
双组份精密螺杆泵	8.54	2.31	72.96%	55.29%	11.24	2.94	73.87%	42.38%
单组份精密螺杆泵	2.97	0.80	73.17%	30.41%	2.56	0.82	68.05%	37.75%
精密螺杆阀	1.80	0.68	62.24%	14.30%	1.58	0.56	64.58%	19.87%
小　计	4.05	1.16	71.49%	100.00%	3.22	0.97	69.82%	100.00%

（续上表）

产品类型	2019 年度				2018 年度			
	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比	平均单价	平均单位成本	毛利率	收入占比
双组份精密螺杆泵	8.19	2.25	72.51%	11.02%				
单组份精密螺杆泵	2.83	0.86	69.65%	13.31%	2.84	0.86	69.94%	7.25%
精密螺杆阀	1.71	0.40	76.73%	75.67%	1.44	0.53	63.53%	92.75%
小　计	1.99	0.49	75.33%	100.00%	1.50	0.54	64.00%	100.00%

2019 年度、2020 年度及 2021 年 1-6 月，双组份精密螺杆泵的毛利率分别为 72.51%、73.87%及 72.96%，总体较为平稳。2019 年度公司开始销售双组份精密螺杆泵，占当期精密螺杆泵及精密螺杆阀的收入比重为 11.02%，该产品利用公司自主研发的双组份胶液比例混合技术及螺杆精密控制技术，技术难度较高，定价也相对较高，平均单价约为 8.19 万元/套，提高了产品平均单价。

报告期内，单组份精密螺杆泵的毛利率分别为 69.94%、69.65%、68.05%及 73.17%。2018 年度-2020 年度毛利率较为平稳，2021 年 1-6 月较 2020 年度上升了 5.12%，主要系下游应用于苹果蓝牙耳机组装、苹果手机充电器组装领域的收入占比增加。

报告期内，精密螺杆阀的毛利率分别为 63.53%、76.73%、64.58%及 62.24%。总体波动不大，个别期间波动较大主要系定价策略导致。其中 2019 年度毛利率

较 2018 年度上升了 13.20%，主要系 2019 年度精密螺杆阀的主要客户为新客户，由于公司产品性能较好，技术附加值较高，具有较强的竞争力，因此报价相对较高。以 2019 年度精密螺杆阀第一大客户为例，公司对其销售的平均单价为 1.97 万元/套，该客户占同期精密螺杆阀销售额的 39.76%，拉高了平均单价。2018 年度精密螺杆阀的客户以老客户为主，公司考虑到对其总体交易规模，精密螺杆阀报价相对较低。

（2）精密螺杆泵及精密螺杆阀综合毛利率变动分析

1）2019 年度精密螺杆泵及精密螺杆阀的毛利率为 75.33%，较 2018 年度提高 11.33%，平均单价的提高是 2019 年度精密螺杆泵及精密螺杆阀毛利率上升最主要的驱动因素。2019 年度平均单价上升主要原因为：2018 年度及 2019 年度，公司的精密螺杆泵及精密螺杆阀销售收入总体较小，以精密螺杆阀销售为主，精密螺杆阀的收入占当期精密螺杆泵及精密螺杆阀的收入比重分别为 92.75%及 75.67%。

2）2020 年度精密螺杆泵及精密螺杆阀的毛利率为 69.82%，较 2019 年度下降 5.51%，主要系精密螺杆阀毛利率下降所致。2020 年度精密螺杆阀仍以老客户为主，考虑到与其总体交易规模，部分订单虽然增加了模块导致成本上升，但是公司对其报价相对较低，导致平均单位成本增幅大于平均单价增幅，因此毛利率回落至 2018 年水平。

3）2021 年 1-6 月精密螺杆泵及精密螺杆阀的毛利率为 71.49%，较 2020 年度提高了 1.67%，平均单价的提高是 2021 年度上半年公司精密螺杆泵及精密螺杆阀毛利率增加的主要驱动因素。2021 年上半年精密螺杆泵及精密螺杆阀以直销客户为主，直销收入占比为 96.22%；而 2020 年度直销与经销比例持平，直销收入占比为 56.64%。由于直销客户价格略高于经销客户，毛利率也相应有所提升。

5、真空灌胶系统

2020 年度及 2021 年上半年，公司真空灌胶系统毛利率分别为 55.84%及 41.36%，2021 年上半年毛利率较 2020 年度有所下降，毛利率驱动因素分析具体如下：

项　目	2021 年 1-6 月		2020 年度
	金额	变动情况	金额
主营业务收入（万元）	3,532.28	/	274.25
主营业务成本（万元）	2,071.47	/	121.12
毛利率	41.36%	/	55.84%
毛利率变动	/	-14.48%	/
平均单价（万元/套）	147.18	/	68.56
平均单价变动对毛利率影响	/	23.59%	/
单位成本（万元/套）	86.31	/	30.28
单位成本变动对毛利率影响	/	-38.07%	/

2020 年度公司真空灌胶系统的客户主要为 ATL（包括宁德新能源科技有限公司、东莞新能安科技有限公司及东莞新能德科技有限公司），2021 年上半年真空灌胶系统客户包括 ATL、广东利元亨智能装备股份有限公司（以下简称利元亨）、博众精工科技股份有限公司（以下简称博众精工）及江苏宏微科技股份有限公司（以下简称宏微科技），其中利元亨及博众精工作为设备集成商，其下游客户为 ATL，主要用于新能源电池内壳的涂胶及 PACK 灌胶工艺，宏微科技主要用于其 IGBT 模块灌胶工艺。

2021 年上半年，真空灌胶系统毛利率较上年度下降 14.48%，主要受客户定制化产品差异及交期紧张成本增加所致。真空灌胶系统的定制化程度相对较高，客户需要的规格配置差异较大，平均单价差异较大，2020 年度部分客户仅采购部分模块，因此平均单价较低。2021 年上半年单位成本为 86.31 万元/套，较 2020 年度单位成本增幅达 185.04%，主要受两方面因素影响：1) 2021 年上半年客户采购成套系统，规格配置较高，单位成本提升；2) 2021 年上半年订单增加，客户交期短，为尽快交付，公司对简单安装工作进行了劳务外包，劳务费约 214.55 万元，进一步提高了单位成本。

（二）结合压电喷射阀、智能点胶机器人系统业务模式、客户结构等方面的差异，分析上述产品毛利率与可比公司差异的原因及合理性。

报告期内，公司综合毛利率与同行业公司对比情况如下：

公司名称	综合毛利率			
	2021 年 1-6 月	2020 年度	2019 年度	2018 年度
快克股份	53.74%	53.16%	54.98%	55.03%
凯格精机	39.71%	41.55%	41.36%	40.21%
安达智能	60.93%	68.21%	68.06%	69.96%
铭赛科技（注）		55.49%	52.76%	54.44%
同行业公司平均值	51.46%	54.60%	54.29%	54.91%
公司	57.69%	65.42%	65.90%	64.65%

数据来源：同行业公司数据来源于公开披露的年度报告、招股说明书
注：铭赛科技未更新 2021 年 1-6 月数据

报告期内，公司 2018 年度-2020 年度综合毛利率水平高于同行业公司，主要系产品结构差异所致。同行业公司主要产品与公司的对比情况如下：

公司名称	主要产品	可比产品
快克股份	(1) 智能设备：激光焊接设备、机器视觉设备、点胶涂覆设备等； (2) PCBA 柔性电子装联轻集成方案； (3) 系统集成方案：自动组装测试、AOI 视觉检测、搬运移载、MES 等工艺的智能解决方案	智能设备之点胶涂覆
凯格精机	锡膏印刷设备、点胶设备、柔性自动化设备、LED 封装设备	点胶设备
安达智能	(1) 流体控制设备：点胶机、涂覆机、喷墨机和灌胶机等； (2) 等离子设备：真空等离子清洗机、常压等离子清洗机； (3) 固化和智能组装设备：红外固化炉、紫外固化炉和热风固化炉、智能组装设备、上下料机及传输设备； (4) 配件及技术服务：点胶阀、涂覆阀； (5) 柔性解决方案	流体控制设备之点胶机、涂覆机、灌胶机；配件及技术服务之点胶阀
铭赛科技	点胶设备、压电喷射阀、设备配件、其他设备	点胶设备、压电喷射阀
公司	压电喷射阀、压电比例阀、智能点胶机器人系统、精密螺杆泵及精密螺杆阀、真空灌胶系统等	智能点胶机器人系统

由上表可见，公司与同行业公司可比产品主要为压电喷射阀和智能点胶机器人系统。

1、同行业可比公司业务模式、客户结构比较

公司简称	业务模式		客户结构
	采购模式	销售模式	

快克股份	日常原材料采购主要采用生产计划和安全库存综合模式。	直销为主，经销为辅。其中2016年 1-6 月直销收入占比69.76%，经销收入占比30.24%。	(1) 主要客户为史丹利百得集团、东莞市智邦电子有限公司、ATOM ELECTRONICS(M) SDN.BHD.、富士康集团及台达集团等公司。 (2) 报告期内前五大客户收入占比为 10%-30%之间。
凯格精机	公司采用“以产定购”的采购模式，即根据生产计划和原材料的采购周期安排采购。	直销为主、经销为辅。其中2020 年直销收入占比81.12%，经销收入占比18.88%。	(1) 点胶设备业务主要客户为仁宝、光弘科技、台表科、惠州市蓝微电子有限公司等。 (2) 报告期内点胶设备前五大客户收入占比为40%-60%之间。
安达智能	公司主要根据销售订单和研发物料需求，下达采购订单。公司依托核心零部件自研自产优势，实现了对产品的部分主要核心零部件的自制，使公司产品生产成本相对较低。	直接向苹果公司、歌尔股份、广达、比亚迪和立讯精密等全球头部电子信息产业品牌商和代工厂提供智能制造装备。	客户主要为苹果公司、歌尔股份、广达和立讯精密等苹果产业链公司，其中苹果公司直接采购和苹果公司指定 EMS 厂商采购的金额占50%以上。
铭赛科技	公司关键零部件主要以通用型采购及定制化采购的方式保障供应。	直销为主，经销为辅。其中2020 年主营业务收入中直销收入占比 90.43%，经销收入占比 9.57%。	(1) 主要客户为丘钛科技、歌尔股份、瑞声科技、舜宇光学、广州立景创新科技有限公司等公司。 (2) 报告期内前五大客户收入占比为 50%-80%之间。
公司	公司主要采用“以产定购+合理库存”的采购模式。	直销为主，经销为辅。其中2020 年主营业务收入中直销收入占比 63.26%，经销收入占比 36.74%。	(1) 主要客户为：硕镭实业（上海）有限公司、瑞声科技、苏州富强科技有限公司、ATL、NanoJet Korea Co.,Ltd 等公司。 (2) 报告期内前五大客户收入占比为 40%-85%之间。

2、可比产品毛利率分析具体如下：

（1）压电喷射阀

单位：万元

公司名称	2021年1-6月（注3）		2020年度		2019年度		2018年度	
	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）
安达智能[注1]			8,369.61	64.72	5,794.88	68.79	7,338.80	73.00
铭赛科技[注2]			3,759.71	68.20	4,499.62	70.59	2,167.31	71.97
同行业公司平均值			6,064.66	66.46	5,147.25	69.69	4,753.06	72.49

公司	4,833.44	67.77	8,017.97	71.38	6,893.52	70.71	6,464.03	65.85

注 1：安达智能可比产品收入及毛利率选取了该公司《招股说明书》“配件及技术服务”的收入及毛利率
注 2：铭赛科技可比产品收入及毛利率选取了该公司《招股说明书》“压电喷射阀”的收入及毛利率
注 3：同行业公司尚未披露 2021 年 1-6 月数据

同行业可比公司安达智能及铭赛科技的主要产品分别为流体控制设备及点胶设备，压电喷射阀及其他阀产品是其主要产品的关键零部件。与公司相比，上述两家公司单独销售压电喷射阀及其他阀产品的收入规模及占其收入的比例均相对较小，2018 年度-2020 年度，同行业公司可比产品的毛利率分别为 72.49%、69.69%及 66.46%，呈逐年下降趋势。报告期内公司压电喷射阀的毛利率分别为 65.85%、70.71%、71.38%及 67.77%，与同行业可比产品的毛利率趋势差异主要系同行业公司压电喷射阀主要集中在 3C 电子领域。根据安达智能审核问询函回复，其配件及技术服务下游客户主要为苹果产业链公司等 3C 电子领域，根据铭赛科技审核问询函回复回复，其压电喷射阀主要应用于精密电子组装领域和 MEMS 器件封装领域。而公司还开拓了新能源电池、光伏、半导体等新兴领域，上述新兴领域毛利率较高，拉高了公司压电喷射阀产品的整体毛利率。

公司不同应用领域下的压电喷射阀毛利率情况：

单位：万元

项　目	2021 年 1-6 月		2020 年度		2019 年度		2018 年度	
	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）
3C 电子	3,790.62	64.78%	6,795.89	69.90%	6,394.28	70.10%	6,319.88	65.71%
新能源电池	781.75	79.75%	857.13	80.31%	123.15	79.25%	90.27	70.29%
光伏	124.41	71.15%	48.67	77.39%	152.57	77.55%		
半导体	91.52	79.97%	225.27	78.85%	181.89	78.54%	18.10	74.89%
其他	45.13	77.55%	91.01	76.26%	41.63	79.39%	35.78	73.14%
合　计	4,833.44	67.77%	8,017.97	71.38%	6,893.52	70.71%	6,464.03	65.85%

从上表可以看出，3C 电子领域的毛利率总体呈下降趋势，与同行业公司趋势一致。在半导体领域，公司产品主要应用于固晶环节的点银浆工艺，主要客户为华天科技。华天科技主要采用针头方式点银浆，生产效率低，且由于精度不高，容易外溢银浆沾污芯片表面产生不良品，公司通过研发攻关，将压电喷射阀应用到该工艺，提升了生产效率及喷射精度，由于该工艺难度较高，毛利率也相应较

高；在新能源电池领域，公司提出“双阀对喷”方案应用于锂离子电池切边整形包封，相比客户原采用的胶带等包封工艺，该方案可减小包封面积，提升电池能量密度，公司是 ATL 消费锂电池封装领域首家及目前独家压电喷射阀供应商，毛利率因此较高。

（2）智能点胶机器人系统

单位：万元

公司名称	2021 年 1-6 月（注 5）		2020 年度		2019 年度		2018 年度	
	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）	收入	毛利率（%）
快克股份（注 1）			25,580.89	53.90	21,469.43	57.44	19,989.27	57.99
凯格精机（注 2）	3,106.12	34.66	7,416.34	42.62	3,416.82	43.13	1,536.16	57.56
安达智能（注 3）		63.79	32,165.30	69.32	23,666.93	70.95	32,669.24	72.45
铭赛科技（注 4）			14,631.95	51.18	10,018.74	43.31	3,666.89	46.36
同行业公司平均值		49.23	19,948.62	54.26	14,642.98	53.71	14,465.39	58.59
公司	1,220.00	37.89	3,275.17	42.77	2,111.62	45.26		

注 1：快克股份可比产品毛利率选取了该公司 2020 年度报告“电子焊接及装联自动化设备”的毛利率、2018 及 2019 年度报告“专用工业机器人、自动化智能装备”的毛利率。2021 年半年报未披露相关产品收入及毛利率。
注 2：凯格精机可比公司毛利率选取了该公司《招股说明书》、审核问询函回复“点胶设备”的毛利率。
注 3：安达智能可比产品毛利率选取了该公司《招股说明书》 “流体控制设备”的毛利率，该公司审核问询函回复中披露了 2021 年 1-6 月 “流体控制设备”的毛利率、未披露对应收入。
注 4：铭赛科技可比产品毛利率选取了该公司《招股说明书》“点胶设备”的毛利率
注 5：除凯格精机外，同行业公司尚未披露 2021 年 1-6 月数据。

2019 年度及 2020 年度，公司智能点胶机器人系统毛利率分别为 45.26%及 42.77%，略有下降，变动趋势与快克股份、凯格精机及安达智能一致。2019 年度及 2020 年度，公司智能点胶机器人系统毛利率低于同行业公司平均水平，主要系公司进入该领域时间较晚，客户结构及产品结构与可比公司存在差异，从而导致毛利率存在差异。

报告期内，安达智能流体控制设备的毛利率分别 72.45%、70.95%、69.32%及 63.79%，均高于公司可比产品的毛利率水平。根据安达智能审核问询函回复披露，该公司销售模式均为直销，其客户主要为苹果公司、歌尔股份、广达和立讯精密等苹果产业链公司，其中苹果公司直接采购和苹果公司指定 EMS 厂商采购的金

额占比在 50%以上，由于苹果产业链产品的毛利率普遍较高，同时由于其核心零部件部分自研自产使得生产成本相对较低，导致点胶设备毛利率较高。

2018 年度-2020 年度，铭赛科技点胶设备的毛利率分别 46.36%、43.31%及 51.18%，其中 2019 年毛利率与公司可比产品近似，2020 年高于公司可比产品。根据铭赛科技审核问询函回复披露，2020 年度毛利率水平较 2019 年度大幅上升，主要原因系当期 MEMS 及 IC 封装领域产品收入占比提高，达到 36.62%，远高于 2019 年度的 5.23%。产品结构变化导致其毛利率水平提升，除新产品外，公司与铭赛科技点胶设备的毛利率水平基本一致。

综上所述，公司细分产品与同行业公司可比产品平均水平存在差异具有合理性，公司综合毛利率具有合理性。

二、请申报会计师核查并发表意见：

（一）核查程序

1、获取公司收入成本表，计算具体产品的销售单价、单位成本，并核查销售单价、单位成本对毛利率的影响；

2、访谈公司管理层，了解销售单价、单位成本变动的原因，分析变动的合理性；

3、 查阅同行业公司招股说明书及年度报告，了解同行业公司与公司的可比产品，并对比可比产品的毛利率，分析是否存在明显差异及差异原因。

（二）核查意见

经核查，申报会计师认为：公司主要产品毛利率水平合理，符合公司实际业务情况；压电喷射阀、智能点胶机器人系统与同行业公司可比产品的毛利率差异具有合理性。

问题 5　关于产品召回

根据公开材料，2016 年发行人接到客户瑞声科技反馈几十台点胶喷射阀出现故障，存在产品召回的情况。

请发行人说明：（1）产品召回的原因，瑕疵产品是否造成事故或纠纷，主管部门是否对发行人采取监管措施，上述事项的排检和整改情况；（2）发行人报告期内是否存在其他产品召回等其他不良反应事件，如是，请进一步说明该等事件的内容及对发行人生产经营的影响。

请发行人律师核查并发表明确意见。

一、请发行人说明：

（一）产品召回的原因，瑕疵产品是否造成事故或纠纷，主管部门是否对发行人采取监管措施，上述事项的排检和整改情况；

1、产品召回的原因

2016 年，发行人向瑞声科技销售的一批点胶喷射阀中，其中几十台因出现故障无法出胶。发行人在收到瑞声科技的通知后，及时作出响应，立即召回了故障产品，并向瑞声科技提供了备用的新产品。同时，发行人立即组织排检并迅速确认了故障原因，故障是由于产品内部的两个定制机加件加工尺寸精度出现了偏差，其中一个与压电元件粘连、一个与腔体相连，两个机加件相互啮合的凹球面和凸球面，经过仿真和计算确保其对称度和圆跳动度均≤2μm，且其材质为硬质合金，需要通过放电进行加工，加工精度极高，因此需要特殊的检测设备才能检测出加工精度的偏差；而发行人当时处于初创期，检测设备不齐全，未能检测出该零件的瑕疵。

2、瑕疵产品未造成事故或纠纷

由于瑞声科技产线上的自动检测设备能够及时检测并发现存在故障的压电喷射点胶阀，且发行人及时进行了更换，瑞声科技自身的产品质量及生产进度并未受到影响，因此上述产品故障以及产品召回事件并未给瑞声科技造成任何事故或损失。发行人与瑞声科技亦未因上述产品故障及产品召回事件发生诉讼、仲裁

或其他争议纠纷。截至本回复意见签署日，双方仍继续保持合作，且报告期内瑞声科技均属发行人前五大客户。

3、主管部门未对发行人采取监管措施

发行人的产品属于工业生产领域所需的专用设备，国家并未在该领域建立召回管理制度，上述产品召回无需向质量管理部门报告。根据发行人实际控制人确认并经登录发行人所在地质量主管部门网站检索，主管部门未就此对发行人采取任何监管措施。

4、上述事项的排检和整改情况

该事件发生后，发行人随即采购相关检测设备，加强对外购定制机加件的检测，并逐步开发新的供应商，以确保外购定制机加件的质量。同时，发行人加强了质量管理体系建设，在生产经营中就其产品严格执行国家质量标准或行业质量标准，并取得了质量管理体系认证证书。截至本回复意见签署日，发行人及其控股子公司取得的质量管理体系认证情况如下：

序号	主体	质量管理体系认证证书编号	标准	适用范围	到期日
1	发行人	317120Q0048R1M	GB/T19001-2016/ISO9001：2015 标准	压电点胶喷射阀、螺杆点胶阀的生产	2023.04.03
2	深圳高创	12820Q20832R0S	GB/T19001-2016/ISO9001:2015 标准	工业机器人（点胶机）的生产	2023.08.05
3	深圳高创	M.2020.206.C8122	EN ISO12100:2010；EN60204-1:2018	Inline Intelligent Dispensing Robot	2025.08.04
4	苏州高凯	55120Q00086R0S	GB/T19001-2016/ISO9001:2015 标准	精密灌胶机的设计开发、生产和服务	2023.09.27

此外，发行人还制定了《生产过程控制程序》和《不合格、纠正预防措施控制程序》等关于产品质量检测的内部控制制度。天健会计师亦已出具了“天健审[2021]15-62 号”《内部控制的鉴证报告》，确认发行人内部控制有效。

（二）发行人报告期内是否存在其他产品召回等其他不良反应事件，如是，请进一步说明该等事件的内容及对发行人生产经营的影响。

根据发行人陈述，并经访谈发行人报告期内的主要客户，发行人报告期内不存在产品召回事件，不存在与客户之间因质量问题产生的诉讼、仲裁或其他争议纠纷。

经查询企业公示系统、信用中国、中国执行信息公开网、中国裁判文书网、中华人民共和国中央人民政府缺陷产品召回网站、发行人及各控股子公司所在地质量主管部门网站以及“百度”搜索引擎，报告期内，发行人及其各控股子公司不存在违反质量技术监督法律法规的记录，不存在因违反质量技术监督法律法规而受行政处罚的情形，亦不存在因产品质量问题导致的事故、纠纷、召回或诉讼仲裁。

此外，发行人及各控股子公司的质量监督管理部门亦已出具证明确认发行人及其控股子公司未因质量问题受到处罚，具体情况如下：

涉及主体	主管部门	证明内容	出具时间
发行人	常州市武进区市场监督管理局	发行人自 2018 年 1 月 1 日至 2019 年 2 月 28 日，在我局无行政处罚记录。	2021.01.05
	常州市市场监督管理局	发行人自 2019 年 3 月 1 日至 2021 年 1 月 6 日在我局无行政处罚的记录。	2021.01.06
		发行人自 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 7 月 1 日在我局无行政处罚的记录。	2021.07.21
高凯电子	常州市武进区市场监督管理局	高凯电子自 2018 年 8 月成立以来，在我局无行政处罚记录。	2021.01.05
		高凯电子自 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 6 月 30 日期间，在我局无行政处罚记录。	2021.07.16
苏州高凯	苏州工业园区市场监督管理局	苏州高凯自 2018 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日在我辖区内未被发现违反我局职责范围内的相关法律、法规等规范性文件的规定，未被我局行政处罚过。	2021.01.11
		苏州高凯自 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 7 月 1 日在我辖区内未被发现违反我局职责范围内的相关法律、法规等规范性文件的规定，未被我局行政处罚过。	2021.07.16
深圳高创	深圳市市场监督管理局	深圳高创从 2018 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日没有违反市场（包括工商、质量监督、知识产权、食品药品、医疗器械、化妆品和价格检查等）监督管理有关法律法规的记录。	2021.01.05
		深圳高创从 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 7 月 1 日没有违反市场（包括工商、质量监督、知识产权、食品药品、医疗器械、化妆品和价格检查等）监督管理有关法律法规的记录。	2021.07.06
深圳高进	深圳市市场监督管理局	深圳高进从成立之日至 2020 年 12 月 31 日没有违反市场（包括工商、质量监督、知识产权、食品药品、医疗器械、化妆品和价格检查等）监督管理有关法律法规的记录。	2021.01.05
		深圳高进从 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 7 月 1 日没有违反市场（包括工商、质量监督、知识产权、食品药品、医疗器械、化妆品和价格检查等）监督管理有关法律法规的记录。	2021.07.06
上海费尔顿	上海市市场监督管理局	上海费尔顿自 2020 年 7 月 21 日至 2021 年 1 月 12 日未发现上海市市场监督管理部门作出的行政处罚记录。	2021.01.12
		上海费尔顿自 2021 年 1 月 1 日至 2021 年 6 月 30 日未发现上海市市场监督管理部门作出的行政处罚记录。	2021.07.07

二、请发行人律师核查并发表明确意见。

（一）核查程序

1、访谈瑞声科技相关业务负责人，结合媒体披露信息，了解2016年产品召回的具体情况，包括发生原因、处理情况、对瑞声科技的影响以及双方是否存在纠纷；

2、访谈发行人报告期内的主要客户，了解其与发行人是否存在纠纷或潜在纠纷；

3、访谈发行人实际控制人，了解2016年与瑞声科技相关的产品召回的具体情况，以及报告期内发行人的产品是否存在其他产品召回事件、质量纠纷、质量问题相关处罚；

4、查验发行人及控股子公司取得的质量管理体系认证证书，以及发行人制定的《生产过程控制程序》《不合格、纠正预防措施控制程序》等质量相关内部控制制度；

5、查验天健会计师出具的《内部控制的鉴证报告》；

6、查询企业公示系统（http://www.gsxt.gov.cn）、信用中国（https://www.creditchina.gov.cn）、中国执行信息公开网（http://zxgk.court.gov.cn）、中国裁判文书网（http://wenshu.court.gov.cn）、中华人民共和国中央人民政府缺陷产品召回网站（http://www.gov.cn/fuwu/bmfw/zjzjqxcpzhcx/index.html）、发行人及各控股子公司所在地质量主管部门网站以及“百度”（http://www.baidu.com）搜索引擎（查询日期：2021年11月10日），了解发行人及控股子公司报告期内是否存在质量事故、是否发生产品召回事件、是否存在产品质量纠纷或潜在纠纷、是否因质量问题受到行政处罚的情形；

7、取得发行人及其控股子公司所在地质量主管部门出具的报告期内无违法违规证明。

（二）核查意见

经核查，发行人律师认为：发行人2016年与瑞声科技相关的召回事件未造成事故或纠纷，主管部门未对发行人采取任何监管措施，发行人已就上述事项进行了排检和整改。报告期内，发行人不存在产品召回事件，不存在违反质量技术

监督管理法律法规的记录，不存在因违反质量技术监督管理法律法规而受行政处罚的情形，亦不存在因产品质量问题导致的诉讼、仲裁或其他争议、纠纷或事故。

保荐机构总体意见

对本回复材料中的发行人回复（包括补充披露和说明的事项），本保荐机构均已进行核查，确认并保证其真实、完整、准确。

（本页无正文，为《关于江苏高凯精密流体技术股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市申请文件第三轮审核问询函的回复》之签署页）

江苏高凯精密流体技术股份有限公司

2021 年 11 月 18 日

发行人董事长、总经理声明

本人已认真阅读江苏高凯精密流体技术股份有限公司本次审核问询函回复的全部内容，回复的内容不存在虚假记载、误导性陈述或者重大遗漏，并对其真实性、准确性、完整性承担相应法律责任。

董事长、总经理：

刘建芳

江苏高凯精密流体技术股份有限公司

2021年 11月 18日

（本页无正文，为《关于江苏高凯精密流体技术股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市申请文件第三轮审核问询函的回复》之签署页）

保荐代表人：文静　　左道虎

东吴证券股份有限公司

2021年11月18日

保荐机构（主承销商）董事长、总经理声明

本人已认真阅读江苏高凯精密流体技术股份有限公司本次审核问询函回复报告的全部内容，了解报告涉及问题的核查过程、本公司的内核和风险控制流程，确认本公司按照勤勉尽责原则履行核查程序，审核问询函回复报告不存在虚假记载、误导性陈述或者重大遗漏，并对上述文件的真实性、准确性、完整性、及时性承担相应法律责任。

董事长、总经理：

范　力

东吴证券股份有限公司

2021年 11月 18日