



关于

上海频准激光科技股份有限公司
首次公开发行股票并在科创板上市
申请文件的第二轮审核问询函之回复

保荐人（主承销商）



（北京市朝阳区安立路 66 号 4 号楼）

二〇二六年五月

上海证券交易所：

贵所于 2026 年 4 月 30 日出具的《关于上海频准激光科技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二轮审核问询函》（上证科审（2026）143 号）（以下简称“问询函”）已收悉。上海频准激光科技股份有限公司（简称“频准激光”、“公司”、“发行人”）与保荐人中信建投证券股份有限公司（简称“保荐机构”“保荐人”）、发行人律师浙江天册律师事务所（简称“律师”、“发行人律师”）和申报会计师中汇会计师事务所（特殊普通合伙）（简称“会计师”、“申报会计师”）等相关各方对问询函所列问题进行了逐项落实、核查，现回复如下（以下简称“本问询回复”），请予审核。

除另有说明外，本问询回复中的简称或名词的释义与《上海频准激光科技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”）中的含义相同。

审核问询函所列问题	黑体（加粗）
对问询函所列问题的回复、中介机构核查意见	宋体（不加粗）
引用原招股书中的内容	宋体（不加粗）
对招股说明书的修改、补充	楷体（加粗）

目 录

1.关于业务与技术	3
2.关于客户与收入	58
3.关于产品与毛利率	67
保荐机构总体意见	75

1. 关于业务与技术

根据申报及回复材料：（1）在量子科技和半导体设备领域，欧美日等头部企业仍处于优势地位，报告期内，公司经营业绩增速较快；（2）公司量子科技领域下游客户主要为国内外高校和科研院所，科研用途是公司产品在量子科技领域的最主要应用市场；（3）量子科技的研究存在不同的技术路线，例如量子计算存在离子阱量子计算、中性原子量子计算、光量子量子计算等不同的技术探究；（4）精准激光器领域技术方案包括半导体激光器、钛宝石激光器、固体激光器和光纤激光器，发行人主要采用“种子源+光纤放大+非线性频率变换+稳频”的技术路径，固体激光器和脉冲飞秒激光器在研发中；（5）报告期内，发行人净利润率为40.93%、39.61%、38.15%，略有下降；2025年外销贸易商收入有所下降，主要系欧洲贸易商下游客户采购经费周期减少导致。

请发行人披露：（1）区分子量子科技和半导体领域，结合相关领域精准激光器产品的行业壁垒、技术难点、客户拓展和服务能力、研发储备情况等，进一步分析说明公司与国际头部企业同类产品的性能、品质、价格对比情况，区分境内外市场分别说明公司产品的市场竞争情况、境内外客户的拓展和维持情况，公司在相关领域核心竞争力的具体体现；（2）公司产品在量子科技领域科研用途和产业用途销售金额及占比、相关数据变动趋势及原因；结合下游产业化发展趋势、市场需求、产品技术性能、境内外客户开拓及维持情况、主要客户转换成本和流失风险、报告期内毛利率及净利率下降原因、境外收入减少等情况，说明公司产品在相关领域的成长性，公司业绩稳定性及盈利可持续性；（3）结合量子科技不同主流技术路线的发展现状及趋势、对精准激光器产品的需求情况等，说明是否存在因下游技术路线竞争变化而影响发行人产品市场空间和经营业绩的风险；（4）精准激光器不同技术方案的发展历程、在量子科技和半导体领域的应用情况和优劣势分析，发行人相关技术方案在原技术基础上进行的改进和创新情况、是否符合下游行业发展趋势和技术迭代方向，发行人固体激光器和脉冲飞秒激光器的研发进展、验证情况以及对公司业务开拓的预计影响情况。

请保荐机构、申报会计师简要概括核查过程，并发表明确意见。

回复：

【发行人披露】

一、区分子量子科技和半导体领域，结合相关领域精准激光器产品的行业壁垒、技术难点、客户拓展和服务能力、研发储备情况等，进一步分析说明公司与国际头部企业同类产品的性能、品质、价格对比情况，区分境内外市场分别说明公司产品的市场竞争情况、境内外客户的拓展和维持情况，公司在相关领域核心竞争力的具体体现

（一）区分子量子科技和半导体领域，结合相关领域精准激光器产品的行业壁垒、技术难点、客户拓展和服务能力、研发储备情况等，进一步分析说明公司与国际头部企业同类产品的性能、品质、价格对比情况

1、量子科技领域

（1）行业壁垒

1) 技术壁垒

①宽波段、全系列产品需求

量子科技领域，不同的元素、同一种元素不同的能级均需要不同的波长，其范围跨度深紫外至远红外，随着量子研究的进步，更多的波长需求会被提出，公司需要及时满足客户的多样化的产品需求，提出产品解决方案。

公司瞄准量子科技领域对精准激光的多样化需求，利用新一代的光纤激光器结合非线性频率变换实现波长 177nm 至 5000nm 全波段覆盖，推出极窄线宽、低噪声、长相干长度的精准激光器产品。公司产品覆盖深紫外、可见光、近红外及中远红外全系列谱段，细分产品规格达百余种，可满足科研客户多元化、个性化的复杂需求，更好的支撑量子科技领域的基础研究和技术应用的快速发展。

②低噪声、高功率等严苛的产品性能指标

量子比特数量和量子保真度是量子计算的核心性能指标。激光的功率、噪声性能深入影响量子比特数和保真度。以中性原子量子计算为例，光镊激光、里德堡激光等功率越高，可操控的原子数量越多，量子比特数量越多。光镊强度噪声

越低，原子寿命越长，量子比特稳定性越高；里德堡激光的频率噪声和强度噪声越低，双比特门保真度越高。

量子科技领域，大多数需求要求单频、对噪声（强度噪声、频率噪声）要求到极致，越低噪声可以获得更高的探测灵敏度、高保真度以及更长寿命，还要求低漂移、可调谐，许多特殊波长（例如 840 nm、759 nm、420 nm 等）的单频激光还需要几十 W 大功率，这在工业激光器领域并无解决方案。

③实现产品性能指标依赖整个技术链，非单点技术

精准激光产品的高性能输出需要精密电学控制，机械特殊工艺、高精度加工，光学从种子源、放大器、非线性频率变换、稳频、系统等整个全链条的技术支持。任一环节不能做到极致水平都会引入噪声，对最终的产品性能产生破坏性的影响，精准激光技术链条非常长，需要从器件级、组件级到系统级别的全套技术支持。

④满足产品多样化需求需要掌握光纤激光技术、半导体激光技术、固体激光技术、非线性光学等多种激光技术

单一的激光技术，往往有较大的局限性，例如固体激光技术有高能量输出能力，但是对连续光放大往往效率较低，同时难以获得多种波长的低噪声单频种子源；半导体激光技术可以获得多种波长，但是功率较低，且线宽劣于光纤 DFB 激光器；光纤激光技术，可以获得较大功率连续激光，但是受激布里渊效应限制了其功率的持续提升，需要采取技术进行克服；同时其天然的强度噪声劣于半导体激光器，用于种子源时不能做到全范围覆盖，需要半导体激光器的补充。因此，针对产品应用多样化的需求，公司需要掌握全面的激光技术，选择针对性的激光技术方案，实现特殊性能指标要求，满足客户需求。

2) 客户资源壁垒

量子科技领域客户对精准激光器厂商产品性能指标、快速响应的服务、技术的快速迭代和稳定供应有着较高的需求，精准激光器作为量子科技研究的重要工具和部件，在量子科技紧迫的技术攻关竞争中，需要获得量子科技领域研究人员的充分信赖，因此稳定的客户资源也是重要的行业壁垒。

公司自成立起即专注于量子科技领域，凭借较强的技术研发能力、优异的产

品质量、快速响应的服务，积累了包括客户 A、客户 E、中国科学院、清华大学、北京量子研究院等国内量子领域的主要科研院所，同时进入了哈佛大学、科罗拉多大学、加州理工学院、瑞士苏黎世联邦理工学院等国际量子科研高地，获得国内及国际量子领域知名科研院所对公司产品的认可，建立了稳定深厚的合作关系。

3) 部件国产化壁垒

量子科技是新一轮科技革命与产业变革的尖端领域，世界各国也在持续加大对量子科技的研发投入，抢占科技制高点。国家强调要“抓紧打造自主可控的产业链供应链”，全链条推进技术攻关。

为保障产品相关产业链的自主可控并降低成本，公司持续布局上游核心零部件，包括光源材料、光学元器件等核心部件的自主研发和生产。公司产品关键核心零部件主要为自主研发生产或采购国产品牌，确保公司产品整体较高的国产化率和关键核心部件自主可控，构建产品关键核心部件国产化壁垒。

(2) 技术难点

1) 实现宽波段 177-5000 nm 覆盖

传统技术路线仅半导体（350-2000 nm，部分波长缺失）、钛宝石材料（675-1100 nm）支持较宽的波段。成熟光纤增益材料并不是传统就能实现 1000-2000 nm 的范围。公司通过对增益自发辐射的抑制，拓展传统 Yb、Er、Tm 离子掺杂增益光纤的波长范围，并在稀土离子掺杂光纤无法覆盖的区域使用无源光纤的拉曼光纤放大技术，实现 1000-2000 nm 的放大。种子源端，使用 Yb、Er、Tm 掺杂的光纤 DFB 种子源结合半导体激光技术来覆盖。为了进一步覆盖 177-5000 nm 波段，需要采用多种材料的非线性晶体，如 PPLN、PPKTP、PPSLT、LBO、BBO、CLBO、KBBF 等，并进行倍频、差频、和频、三倍频、四倍频、和频再倍频等多种非线性频率变换过程，最终实现 177-5000nm 的全波段覆盖。

2) 实现高功率单频激光

在 1000 nm-2000 nm 波段，光纤放大器实现大功率单频激光，需要克服光纤的受激布里渊散射的非线性效应的影响。受激布里渊散射会阻碍光纤传输的单频激光功率的持续提升，还会导致强度噪声恶化，需要特殊应力、温度梯度、材料

设计来改变布里渊散射的分布，降低受激布里渊散射强度，达到有效长度的高功率输出和激光传输。通过非线性频率变换拓展至 177-5000 nm 范围，则需要设计方案采取保护措施来抵抗强激光对非线性晶体、其他镜片的损伤，尤其是深紫外波段的损伤保护更为重要。

3) 实现低强度噪声与低频率噪声

在光学方面，实现低噪声需要克服光纤种子源的弛豫震荡的强度噪声峰，光纤放大器的强度噪声恶化，以及光纤光栅易受到环境温度、声波、振动影响的特性，腔倍频中由于锁定导致的频率噪声对强度噪声转化等效应。在电子学方面，为了支撑光学实现大功率，并考虑散热、效率和功耗，需要采用开关电源电路，并使用噪声隔离技术来降低开关电源噪声对后端电路的纹波和开关频率干扰的影响。

4) 精准激光技术路线需要完整技术链条支持

为实现宽波段、低噪声、窄线宽、大功率的精准激光，需要包括低噪声电子学、低噪声光纤 DFB 种子源、低噪声半导体固定外腔种子源、低噪声高功率光纤放大、低噪声非线性频率变换、高稳定性激光稳频等全链条的技术支持。公司通过自主研发，逐步掌握每一个技术环节，实现低噪声、大功率、宽波段单频激光技术的自主突破。

(3) 客户拓展和服务能力

自设立起，公司瞄准量子计算和量子精密测量对宽波段、窄线宽、低噪声、高功率精准激光器的需求，发展了一条全新精准激光技术路线，推出极窄线宽、低噪声、长相干长度的精准激光器产品，产品服务于国内外知名高校、科研院所和量子科技公司。在这个阶段，下游科研院所对激光技术指标的要求极其严苛，定制化程度高，公司不断进行技术研发和产品创新，对激光的极窄线宽、极低噪声和长相干长度等性能指标进行不断研发探索，取得了突破，形成了一系列核心技术，为精准激光技术的升级和延展提供了坚实的基础。

1) 国内市场

立足国内，公司凭借优异的产品质量、高可靠性和高稳定性的产品性能以及

快速响应的服务质量，服务于包括客户 A、客户 E、清华大学、北京大学、中国科学院等国内名高校、科研院所和华翊量子、国仪量子等量子科技公司，建立了稳定深厚的合作关系。在国内在量子科技领域，公司实现了国产品牌激光器国内市场占有率领先。

公司以上海为核心经营中心，并建立华中（合肥，武汉）和华北（北京）售前和售后服务站点，深耕国内单频激光器市场，加快服务响应速度。在合肥服务站点配备数位技术支持，并常备维修需要的设备和基础物料，做到 1 小时内响应，4 小时出现在客户现场，在本地解决大部分的故障或升级。北京作为科技创新中心，高校和科研人才聚集，公司重点客户集中，如清华大学、北京大学、北京量子信息科学研究院等知名高校科研院所，公司计划在北京设立办公室，常驻销售人员，建立基础的售前、售后能力。

2) 国际市场

面向全球，通过持续的海外市场拓展，公司客户群体已覆盖美国、欧洲、日本、韩国等国家或地区的高校和科研院所。公司凭借创新的技术方案、领先的技术指标和稳定可靠的系统性能，产品销往哈佛大学、科罗拉多大学、加州理工学院、瑞士苏黎世联邦理工学院、Stable Laser Systems, Inc.等欧美顶尖量子科研机构 and 产业化公司，在国际市场占有一席之地。

针对日本、韩国和新加坡的市场，由上海总部覆盖其市场销售和售后工作，公司市场销售部门设有专门的销售和售后小组，专职负责日本韩国新加坡的相关工作。

欧洲和美国是量子领域的核心区域，公司为了更好地服务欧洲市场，更及时地响应当地客户的市场需求、提供售后及开展相关研发工作拟在德国设立子公司，销售和技术支持能力覆盖欧洲和美国。公司已在德国当地招聘销售和技术主管，销售和技术支持以出差的方式为美国客户提供相关服务。德国子公司将放置样机、维修所需的设备和常用材料，提供更加方便快捷的售后服务，同时公司在海外站点常备展机，方便客户快速试用了解相关产品，丰富海外展会和学会会议的相关物品，提升市场宣传效果和品牌知名度。截至目前，德国子公司尚在设立过程中。

(4) 研发储备情况

经过多年的研发投入和积累，公司在激光行业研发领域取得了丰硕成果。截至报告期末，公司已取得共计113项境内授权专利，其中发明专利88项，实用新型专利23项，设计专利2项，此外还取得2项境外专利，数量众多的发明专利充分体现了公司丰富的研发技术储备。

在量子科技领域，公司研发储备主要面向宽波段、低噪声、高功率等技术指标，具体如下：

序号	在研项目	主要方向及应用场景
1	多波长激光器	面向原子分子光物理领域的实验需求，开展外腔半导体激光器和光纤激光器系统研究，突破激光器系统的小型化和轻量化技术，提升抗振动、抗辐照等抗外部环境干扰能力，提高激光器集成性、可靠性和环境适应性，研制在激光器功率、线宽等指标和频率调谐功能等方面满足实验需求的激光器系统。
2	面向光量子的超稳定激光光源关键技术研究	总体目标为掌握≤10cm腔长的可搬运超稳激光生产全流程的核心技术，性能比肩国外同等类型产品，并为≥30cm腔长的可搬运超高性能超稳激光系统作技术积累。
3	大功率低相噪激光系统研究	基于新一代单频光纤和半导体激光技术、高功率光纤激光技术、非线性频率变换技术和频率锁定的颠覆性技术，在保持超低噪声水平基础上实现特定波长功率国际领先。项目研究的激光源将覆盖基于铷、铯、锶、镱等中性原子量子计算所需关键波长，在噪声、功率等方面进行技术突破，为算力强、效率高、抗干扰的中性原子量子计算提供强有力支撑。
4	单频分布反馈光纤激光器的噪声性能提升技术研发	通过优化单频分布反馈光纤激光器的封装结构，选择抗干扰能力强的封装工艺，在腔外合适位置引入合适强度的光信号反馈或采用锁定元件，在激光器自由运转时降低激光频率噪声、线宽和频率慢漂，并设计低噪声电路驱动降低强度噪声，实现频率噪声极低、频率稳定性极佳和线宽极窄的单频激光输出。
5	应用于可搬运式光钟的激光系统关键技术研究	依托公司在超窄线宽激光器领域的技术积累，开发出满足可搬运式光钟对激光系统在频率稳定性、线宽和相位噪声等方面的严格要求；实现激光系统与光钟其他组件的高效集成，确保整个光钟系统的紧凑性、便携性和环境适应性。
6	多发多收光学天线及多信标同时捕跟技术	通过筛选同时具备热膨胀系数低和热传导系数高两大特点的材料、光学超稳腔原材料、镀膜和结构优化，同时确定光学超稳腔振动免疫情况下的固定方式，实现最稳定状态运行等方式实现频率噪声极低、频率稳定性极佳和线宽极窄的单频激光输出。
7	用于量子计算机的精准激光系统中试基地建设	致力于提升用于量子计算机所需的大功率、低噪声的稳频激光系统的功率、噪声性能，并通过中试生产，解决光源稳定性、可靠性问题，实现光源系统的量产。

(5) 公司与国际头部企业同类产品的性能、品质、价格对比情况

1) 公司与国际头部企业的整体对比

在量子科技领域，公司与国际头部企业在技术路线和性能指标等方面的对比如下：

序号	企业名称	技术路线	性能指标
1	德国 Toptica	Littorw结构外腔半导体激光器、掺镜光纤放大器、基于DFC CORE +的光学频率梳、基于SESAM的飞秒激光器	单频半导体激光器（波长范围：205nm-4200nm，线宽：~3kHz瞬时线宽，无跳模调谐范围 10GHz）； 光纤激光器（波长范围：976-1950nm，功率：3W-130W,功率稳定性：±0.5%）； 光学频率梳（波长：1560nm, 重复频率：80MHz/200MHz. 功率：>10mW,频率稳定性<1×10 ⁻¹³ in 1 s）； 飞秒激光器(波长：1560nm 780nm 920nm等，输出功率：>120mW, 重复频率：100MHz, 脉宽：<80fs.)
2	美国 Spectra-Physics	固体激光器、固体调Q激光器、钛宝石可调谐环形激光器	超快激光器（波长：1040nm, 功率：>30W, 重复频率：100kHz-1MHz. 脉宽：<500fs）； 脉冲激光器(波长：343nm,355nm, 532nm, 输出功率:>100W, 脉宽：<2-100ns)； 连续激光器（波长：300nm-1600nm，功率：>7.2W, 线宽：<50kHz）
3	丹麦 NKT	光纤DFB激光器	波长范围：300nm-2100nm； 线宽：100Hz-10kHz； 功率：15W@1μm/1.5μm、10W@2μm、3W@789-845nm
4	美国 RIO	基于VBG选模的半导体激光器	波长:1530-1565nm、1061-1067nm； 线宽: 2kHz-15kHz； 功率: 30mW

2) 公司与国际头部企业同类产品的性能指标对比

在量子科技领域，典型波长产品主要为 420nm，813nm，1013nm，具体技术指标对比如下：

A. 420nm 激光器

经过 4 年时间的连续研发，频准激光解决了 420nm 激光器相位噪声和强度噪声的问题，逐步将功率从 1W 提升到 20W，较同行业公司有较大领先，具体如下：

行业公司	Toptica	Spectra-Physcis	发行人
型号	TA-SHG pro	WaveTrain 3D	FL-SF-420-20-CW

功率	1W	0.8W	20W
波长	420nm	420nm	420nm
线宽	<120kHz	<60kHz	<40kHz
无跳模调谐范围	20GHz	65GHz	350GHz
相位噪声 (@100kHz,Hz ² /Hz)	/	/	200
相对强度噪声(rms,10-10MHz)	/	<0.2%	<0.1%

B. 813nm 激光器

频准激光在近红外波段，创新性地通过和频方案，最高输出功率为 30W，较钛宝石激光器及其它方案有较大领先，同时保持了超低的强度噪声等其它特性，该激光器的噪声特性和功率特性超越德国 Toptica 公司，具体如下：

行业公司	Toptica	Spectra-Physics	发行人
型号	TA pro	Matisse 2 TX	FL-SF-813-30-CW
功率	4W	7.2W	30W
波长	813nm	813nm	813nm
线宽	<90kHz	<30kHz	<20kHz
无跳模调谐范围	50GHz	50GHz	80GHz
光束质量 M ²	<1.5	/	<1.1
相位噪声 (@100kHz,Hz ² /Hz)	/	/	100
相对强度噪声(rms,10-10MHz)	/	<0.1%	<0.05%

C. 1013nm 激光器

频准激光在 1 μ m 波段，通过自研光纤光栅技术和高功率掺镱光纤放大器技术，解决了 1013nm 附近的光纤 DFB 种子激光器技术和低噪声高功率放大器技术，实现 1013nm 光纤 DFB 种子激光器，线宽仅为 5kHz，远小于半导体激光器等方案，同时也实现了高达 130W 低噪声放大器，该激光器的噪声特性和功率特性超越德国 Toptica 公司和丹麦 NKT 公司，具体如下：

行业公司	Toptica	NKT	发行人
型号	ALS-IR	Koheras BOOSTICK HP	FL-SF-1013-130-CW
功率	100W	15W	130W
波长	1013nm	1013nm	1013nm
线宽	/	<20kHz	<5kHz
无跳模调谐范围	20GHz	200GHz	200GHz
光束质量 M ²	<1.1	<1.3	<1.1

行业公司	Toptica	NKT	发行人
相位噪声 (@100kHz,Hz ² /Hz)	/	/	/
相对强度噪声(rms,10-10MHz)	<0.01%	/	<0.03%

在与国内外同行业公司产品的对比中,关键参数指标除部分未公开披露无法对比外,公司产品在波长范围、线宽、功率、噪声、倍频多样性等方面上均接近或超过竞争对手企业公开披露的技术指标,公司特定波长产品技术指标国际领先。

3) 价格方面的对比

在量子科技领域,公司主要客户为客户 A、客户 E、清华大学、武汉精测院、哈佛大学、科罗拉多大学、麻省理工学院等国内外知名高校、科研院所和华翊量子、国仪量子等量子科技公司,该类客户更关心产品性能指标,对产品价格敏感度相对较低。

在产品定价方面,公司采取成本加成定价模式,基于产品的直接材料、直接人工、制造费用等各项成本,结合产品的技术水平及工艺实现难度、竞争对手的价格、公司品牌定位、客户关系等因素进行成本加成后确定报价,通过商务谈判方式确定最终成交价格。

公司产品定制化程度较高,公开信息较难查询完全同类产品市场价格情况,一般通过高校及科研院所招投标信息中可以比较部分竞品价格情况,具体如下:

序号	招标单位	发布时间	招标项目编号	中标单位	产品名称	招标价格	公司同类产品销售价格	差异
1	清华大学	2024/10/28	清采比选20241348号	Toptica Photonics AG	399nm 100mW 半导体激光器	预算 30 万元	24 万	单价低于国外公司 20%左右
2	北京大学	2023/11/1	HCZB-2023-ZB1487	Toptica Photonics AG	变频可调激光器(波长 399nm, 1200mW)	64 万	公司 399nm, 2W 激光器平均单价约为 55 万	单价低于国外公司 15%左右

由上表可知,公司产品价格相较于国外同类型产品相对较低。

2、半导体领域

(1) 行业壁垒

1) 技术壁垒

①特定波段、高功率、长寿命、高可靠性等严苛的产品性能指标

半导体领域，不同的应用对于激光的需求各不相同，例如晶圆隐切的波长为 1100 nm、晶圆划片所需波长为 355 nm、晶圆量检测波长需要 266 nm、355 nm、532 nm 等。

在半导体量检测领域，激光被整形为线状光束等，逐行扫描过晶圆，实现缺陷检测或关键尺寸测量。激光功率越高，单次扫描的范围可以更大，从而实现更大的吞吐量；紫外激光波长较短，很容易离化空气中的分子等有机物，并且附着在激光器的晶体和镜片等关键位置，从而损伤晶体和镜片等，因此其寿命显著短于其它波长的激光器；半导体设备产线需要长期稳定运行，任何一次宕机维修都会影响产品良率和生产效率，精准激光器的可靠性指标尤其重要。

因此，半导体领域的工业应用更侧重于高功率、长寿命、高可靠性、长期连续运行，例如要求连续 266 nm 单频激光功率达到 1 W、连续 355 nm 单频激光功率达到 4 W，长时间稳定连续运行。

②实现产品性能指标依赖整个技术链，非单点技术

精准激光产品的高性能输出需要精密电学控制，机械特殊工艺、高精度加工，光学从种子源、放大器、非线性频率变换、稳频、系统等整个全链条的技术支持。任一环节不能做到极致水平都会引入噪声，对最终的产品性能产生破坏性的影响，精准激光技术链条非常长，需要从器件级、组件级到系统级别的全套技术支持。

③满足产品多样化需求需要掌握光纤激光技术、半导体激光技术、固体激光技术、非线性光学等多种激光技术

单一的激光技术，往往有较大的局限性，例如固体激光技术有高能量输出能力，但是对连续光放大往往效率较低，同时难以获得多种波长的低噪声单频种子源。半导体激光技术可以获得多种波长，但是功率较低，且线宽劣于光纤

DFB 激光器。光纤激光技术，可以获得较大功率连续激光，但是受激布里渊效应限制了其功率的持续提升，需要采取技术进行克服；同时其天然的强度噪声劣于半导体激光器，用于种子源时不能做到全范围覆盖，需要半导体激光器的补充。因此，针对产品应用多样化的需求，公司需要掌握全面的激光技术，选择针对性的激光技术方案，实现特殊性能指标要求，满足客户需求。

2) 客户资源壁垒

半导体设备对激光光源有着严格的准入门槛和长期的试用要求，因此稳定的客户资源壁垒也是重要的行业壁垒。

公司产品配合半导体领域客户的定制化开发，推出高精密双工件台光源、晶圆检测用紫外光源等替代国外激光产品，服务于客户 B、客户 C、客户 D、中安半导体、昂坤视觉、客户 G 等国内半导体设备厂商，半导体设备对激光光源有着严格的准入门槛和长期的试用要求，公司配合客户进行产品研发和长期验证，凭借产品的高可靠性和高稳定性获得客户认可，建立了深厚的合作关系。

3) 产品关键核心部件国产化壁垒

公司产品应用于晶圆制造、晶圆量检测、晶圆激光隐切等半导体关键设备，相关领域正处于国产化替代的关键阶段，替代进口激光光源，对我国半导体产业供应链稳定、核心技术自主可控具有重要意义。

公司依托完善的技术体系，实现了电子学、光栅刻写、超窄线宽光纤 DFB 种子激光、低噪声光纤放大器、非线性频率变换、激光频率稳定、超稳腔稳频、光学频率梳等激光器全链条关键技术和核心部件的自主研发，实现从器件、激光部件、激光器、锁定控制的全套系统自主解决方案，公司产品关键核心零部件主要为自主研发生产或采购国产品牌，确保公司产品整体较高的国产化率和关键核心部件自主可控，构建产品关键核心部件国产化壁垒。

(2) 技术难点

1) 实现高功率单频紫外激光

在 1000 nm-2000 nm 波段，光纤放大器实现大功率单频激光，需要克服光纤的受激布里渊散射的非线性效应的影响。受激布里渊散射会阻碍光纤传输的单频

激光功率的持续提升，还会导致强度噪声恶化，需要特殊应力、温度梯度、材料设计来改变布里渊散射的分布，降低受激布里渊散射强度，达到有效长度的高功率输出和激光传输。

紫外激光对材料的损伤是实现连续运行长寿命的紫外激光器的一大障碍。结合已具备的 400-4000nm 基频光技术，再结合紫外非线性晶体的腔增强和频、倍频等过程获得大功率深紫外激光，波长覆盖 177-400nm，克服紫外激光对镜片、晶体的损伤，结合换点等技术保证长寿命运行。除此以外还需要保证运行过程中的激光输出的指向、光束质量等稳定性。

2) 实现低强度噪声与低频率噪声

在光学方面，实现低噪声需要克服光纤种子源的弛豫震荡的强度噪声峰，光纤放大器的强度噪声恶化，以及光纤光栅易受到环境温度、声波、振动影响的特性，腔倍频中由于锁定导致的频率噪声对强度噪声转化等效应。在电子学方面，为了支撑光学实现大功率，并考虑散热、效率和功耗，需要采用开关电源电路，并使用噪声隔离技术来降低开关电源噪声对后端电路的纹波和开关频率干扰的影响。

3) 精准激光技术路线需要完整技术链条支持

为实现宽波段、低噪声、窄线宽、大功率的精准激光，需要包括低噪声电子学、低噪声光纤 DFB 种子源、低噪声半导体固定外腔种子源、低噪声高功率光纤放大、低噪声非线性频率变换、高稳定性激光稳频等全链条的技术支持。公司通过自主研发，逐步掌握每一个技术环节，实现低噪声、大功率、宽波段单频激光技术的自主突破。

(3) 客户拓展和服务能力

精准激光瞄准半导体生产和检测环节对国产精准激光光源的迫切需求，依托在量子科技领域长期积累的精准激光技术，成功实现核心技术向半导体产业的跨领域迁移与共享，通过创新研发模式与高效协同机制，迅速完成关键技术的产品化落地与迭代升级。公司完成数十款半导体晶圆制造、量检测光源的研制，将公司技术和产品的应用领域成功拓展至半导体领域，形成了以量子科技激光应用和

半导体激光光源双轮驱动的发展格局。

客户拓展方面，公司主动拜访行业内客户，及时获取客户需求，根据客户需求提供样机试用，持续进行技术和产品迭代，积极拓展半导体产业链的新业务模块，获取订单。

半导体领域客户通常较为封闭，不同部门之间沟通相对较少，公司的产品线丰富，应用在半导体领域的多个环节且研发能力较强，为了更好的拓展产品应用，公司采取多层次互动的方式，积极和客户高层管理层、产品经理和采购主管进行互动，多角度了解客户对整个激光器品类的需求，通过信息互动等方式帮助客户了解公司的产品和技术能力，争取对客户现有激光器部件的替代，并在新研发方向上进行早期配合。未来公司将更加积极深耕半导体领域，积极配合客户的设备原位替换和新一代产业研发的需求，争取在客户研发初期就全力介入，配合客户完成产品的升级迭代，陪伴客户共同发展。

公司基于半导体产业对国产精准激光光源的迫切需求，在晶圆制造领域推出高相干性精准激光光源产品，在晶圆量检测领域推出高功率 266nm/313nm/355nm 等紫外激光器，在晶圆隐切领域推出了 1100nm 高能量纳秒激光器，服务于客户 B、客户 C、客户 D、中安半导体、昂坤视觉、客户 G 等重要客户，推动了我国晶圆制造设备、晶圆量检测设备和隐切设备的国产化进程，实现对进口激光光源产品的替代，对我国半导体产业供应链稳定、核心技术自主可控具有重要意义。

（4）研发储备情况

经过多年的研发投入和积累，公司在激光行业研发领域取得了丰硕成果。截至报告期末，公司已取得共计113项境内授权专利，其中发明专利88项，实用新型专利23项，外观设计专利2项，此外还取得2项境外专利，数量众多的发明专利充分体现了公司丰富的研发技术储备。

在半导体领域，公司研发储备主要面向深紫外、高功率、长寿命、高可靠性等技术指标，具体如下：

序号	在研项目	主要方向及应用场景
1	高端高性能飞秒激光器的光机电一体化	专注于超快激光光源的核心技术，旨在研发高端、高性能的飞秒激光光源。通过成功攻克非线性放大环形镜技术、脉冲重复

序号	在研项目	主要方向及应用场景
	化技术研究和产品化开发	频率提升技术并探索脉冲能量提升技术和脉冲压缩技术，实现重复频率GHz量级，脉冲能量nJ量级和脉冲宽度百飞秒量级的超快激光输出。
2	精准全固态激光系统技术研发	项目拟采用窄线宽单频红外通过频率变换实现紫外激光输出，满足半导体量检测对激光的需求。
3	工业级大功率绿光激光关键技术研究	通过选择合适参数的掺镱增益光纤，优化光纤长度，优化光纤的盘纤方式，抑制受激辐射放大过程中的拉曼散射、布里渊散射和模式不稳定效应，实现稳定的近衍射极限的高功率基频光束的输出，并在此基础上，进行腔外倍频，实现高功率、高光束质量、高稳定性的绿光输出。
4	项目C	
5	项目B	
6	项目A	

公司为完善紫外激光器的研发与生产体系，保障相关供应链自主可控，于2024年3月向中国科学院理化技术研究所购买了“CLBO 晶体专利及对应技术”，用于 CLBO 晶体的试生产及量产环节。未来公司有望实现部分晶体自主生产。通过高质量的 CLBO 晶体生长工艺研发，提升大功率连续紫外激光器的整机寿命，预计每年生长合格的 CLBO 晶体质量大于 5kg。

此外，发行人（委托人）与中科院上海光机所（研究开发人）签订了技术开发合同《用于连续/高重频脉冲深紫外激光的氟化物薄膜损伤机理的研究》，项目将面向深紫外激光光源对关键深紫外光学薄膜元件的需求，聚焦使役环境光学元件的性能退化问题，开展抗深紫外激光辐照基膜一体化新质薄膜元件研发和器件失效机理及寿命评估测试研究。

（5）公司与国际头部企业同类产品的性能、品质、价格对比情况

1) 公司与国际头部企业的整体对比

在半导体领域，公司与国际头部企业在技术路线和性能指标等方面的对比如下：

序号	企业名称	技术路线	性能指标
1	美国 Coherent	基于钛宝石的连续激光器、基于固体激光器的紫外激光器	波长：266nm-10.6μm； 线宽：500kHz@266nm； 功率：1W@266nm, >120W@10.6μm
2	日本 Oxide	基于非线性频率变换的固体激光器	波长：213nm-400nm； 功率：>2W@266nm, 10mW@213nm； 线宽：<0.005pm

3	美国 IPG	基于光纤放大器和非线性频率变换激光器	波长: 266nm; 功率: >10W@266nm; 线宽: <0.005pm
---	--------	--------------------	---

2) 公司与国际头部企业同类产品的性能指标对比

半导体领域，典型波长产品主要为 266nm、355nm、532nm，技术指标对比如下：

A. 266nm 激光器

频准激光在深紫外 266nm 波段，经过 4 年时间的连续研发，解决了紫外激光长寿命工作问题，在 2024 年推出了功率达到 1W 的 266nm 激光器，其单点工作寿命超过 700 小时，达到美国 Coherent 公司水平，略低于日本 Oxide 公司。功率方面美国 IPG 较为领先。具体如下：

行业公司	Coherent	Oxide	IPG	发行人
型号	Azure NX 266-1000	FQ50-20/-10	ULR-266-SF	SF-266-2-CW
功率	1W	2W	3W	1W、2W
波长	266nm	266nm	266nm	266nm
线宽	<500kHz	<21MHz	<1MHz	<40kHz
椭圆率	>90%	/	/	>90%
指向稳定性	<20urad/°C	/	/	<50urad/°C
光束质量 M ²	<1.3	<1.2	<1.3	<1.3
噪声 (rms,10-10MHz)	<0.5%	/	/	<0.2%
功率稳定性	<1%@8Hours	<2%@8Hours	+/-1%	<1%@3Hours
单点寿命	>250Hours	>1000Hours	/	>700Hours
点数	>30	/	/	>25

注：单点寿命越长越好，它代表激光器晶体单一通道的使用寿命，直接影响核心部件的更换频率和使用成本。同单点寿命下，点数越多越好。总寿命≈单点寿命×点数，点数越多，激光器整体使用寿命越长，维护频次越低。

B. 355nm 激光器

在 355nm 波段，频准激光通过多次非线性频率变换方案，将 355nm 激光器的功率从 30mW 提升至 4W，超过美国 Coherent 公司。

行业公司	Coherent	频准激光
型号	Genesis CX-355	SF-355-4-CW
波长 (nm)	355	355

功率	>0.1W	>4 W
光束质量 M ²	<1.2	<1.1
椭圆率	0.9-1	0.9-1
线宽	50GHz	40kHz
噪声(rms, 10Hz-10MHz)	0.1%	0.2%
功率稳定性(%P-P)	<±1%	<±1%

C. 532nm 激光器

在面向成熟制程的无图形暗场缺陷检测工艺中，频准激光的 532nm 连续激光器已应用于国内头部厂商。不同于美国 Coherent 公司采用固体激光器腔内倍频的方案，频准激光采用光纤激光器经过单次通过倍频的方案。其核心指标对比如下：

行业公司	Coherent	频准激光
型号	Genesis CX-532	SF-532-8-CW
波长 (nm)	532	532
功率	>8W	>8W
光束质量 M ²	<1.1	<1.1
光斑圆度	>90%	>90%
指向稳定性	<5μm/°C	<10μm/°C
噪声(rms, 10Hz-10MHz)	<0.1%	<0.06%

在与国内外同行业公司产品的对比中，关键参数指标除部分未公开披露无法对比外，公司产品在波长范围、线宽、功率、噪声、倍频多样性等方面上均接近或超过竞争对手企业公开披露的技术指标，公司特定波长产品技术指标国际领先。

3) 价格方面的对比

在半导体领域，公司主要服务于客户 B、客户 C、客户 D、中安半导体、昂坤视觉、客户 G 等多家重要客户，主要产品应用于晶圆制造、晶圆量检测、晶圆隐切设备的重要光学部件，提供替代国外激光器的高端产品。由于原有客户采用的国外竞品价格一般相对较高，公司在替代国外竞品过程中亦可获得较高的溢价。

在产品定价方面，公司采取成本加成定价模式，基于产品的直接材料、直接人工、制造费用等各项成本，结合产品的技术水平及工艺实现难度、竞争对手的价格、公司品牌定位、客户关系等因素进行成本加成后确定报价，通过商务谈判

方式确定最终成交价格。

公司产品定制化程度较高，客户也主要为半导体领域知名客户，相关信息保密程度高，公开信息较难查询国际头部企业同类产品市场价格情况。

（二）区分境内外市场分别说明公司产品的市场竞争情况、境内外客户的拓展和维持情况

1、量子科技领域

（1）产品的市场竞争情况

1) 境内市场

国产厂商起步晚，但随量子科技发展与国产化需求提升，国产精准激光器厂商在量子科技领域持续发力，产品已应用于客户 A、客户 E 等科研机构，及华翊量子、国仪量子等企业；德国 TOPTICA 仍占较大份额，发行人凭借领先的技术指标和部件国产化率优势在国内市场占据国产品牌领先，瓦科光电、优立光太、上海瀚宇等亦具备竞争力。

根据 QY Research 的研究数据，2024 年中国量子信息领域激光器规模为 1.01 亿美元，发行人量子信息用激光器在国内市场的占比为 16.85%。

2) 境外市场

德国 Toptica 是半导体精准激光路线的典型代表，2023 年，德国 Toptica 公司收购法国光纤激光器生产厂商 ALS，补足了其半导体技术方案的不足。德国 Toptica 以其长期的技术积累和良好的性能指标，在全球范围内向量子科技市场提供精准激光器产品，占据行业领先地位。其他欧美企业（如美国光谱物理/RIO、丹麦 NKT）的激光技术和长期的科研领域应用积累，在业内享有较高的知名度；公司凭借创新的技术方案、领先的技术指标和稳定可靠的系统性能，产品销往哈佛大学、科罗拉多大学等欧美顶尖量子科研机构 and 产业化公司，在国际市场占有一席之地。

根据 QY Research 的研究数据，2024 年全球量子信息领域激光器规模为 3.03 亿美元，发行人量子信息用激光器在全球市场的占比为 9.21%。

(2) 客户的拓展和维护情况

客户的拓展和维护情况详见本回复之“问题 1/一/（一）/1/（3）客户拓展和服务能力”。

2、半导体领域

(1) 产品的市场竞争情况

在半导体领域，全球半导体检测与量测设备市场处于高度垄断的市场竞争格局，市场上美日技术领先，相关企业占据了全球市场的主要份额，对应的精准激光光源也主要由国际激光厂商提供。我国半导体检测与量测设备市场国产化率仍较低，在国内晶圆制造和量检测设备中，精准激光器产品主要由美国 Coherent、日本 Oxide、美国 IPG、发行人、卓镭激光、长春新产业等公司提供。

根据 QY Research 的研究数据，中国市场方面，2024 年半导体设备对激光器的需求规模为 5.28 亿美元，2024 年，发行人国内半导体领域收入金额为 0.75 亿元，占国内市场 1.98% 的份额。

(2) 客户的拓展和维护情况

客户的拓展和维护情况详见本回复之“问题 1/一/（一）/2/（3）客户拓展和服务能力”。

(三) 公司在相关领域核心竞争力的具体体现

1、公司掌握关键核心技术，满足量子科技和半导体领域应用需求

经过多年的研发创新，公司发展出一条“种子源+光纤放大+非线性频率变换+稳频”的精准激光技术路线，成功实现 177-5000nm 全波段覆盖的窄线宽、低噪声、高频率稳定性、大功率激光输出，相较于国外传统半导体激光器和钛宝石激光器，该方案具备抗振动、可搬运、无跳模等显著优势，部分关键性能指标超越国际同类产品。凭借精准激光器产品优越的性能指标和极高的可靠性稳定性，发行人充分地满足量子科技领域和半导体领域对精准光源的需求。

经过多年持续的研发创新以及上下游拓展，公司形成了低噪声高调制带宽的激光驱动电路技术、数字控制高带宽伺服控制器技术、高端光纤器件技术、单频

分布反馈光纤激光技术、超快光纤激光技术、稀土增益宽波段高性能光纤激光技术、拉曼增益高性能光纤激光技术、高效非线性频率变换技术、大功率连续深紫外激光技术、单频半导体激光器技术、原子分子光谱及超稳腔稳频技术、光学频率梳技术等一系列的核心技术，构建了完善的技术体系，实现了精密电子学、精密光纤器件封装、超窄线宽光纤 DFB 种子激光、半导体封装、低噪声光纤放大器、非线性频率变换、激光稳频等激光器全链条关键技术和核心部件的自主研发，实现覆盖激光器件、激光组件和激光系统的全套自主解决方案，形成公司核心技术优势。

在与国内外同行业公司产品的对比中，关键参数指标除部分未公开披露无法对比外，公司产品在波长范围、线宽、功率、噪声、倍频多样性等方面上均接近或超过竞争对手企业公开披露的技术指标，公司特定波长产品技术指标国际领先。

公司掌握了精准激光器全链条的核心技术，核心技术主要指标均达到或超过行业先进技术水平，满足量子科技和半导体领域应用需求。

2、公司客户资源深厚、市场认可度高

(1) 公司产品获得下游头部客户高度认可，助力行业发展

面向世界科技前沿，公司产品广泛应用于量子科技领域。公司推出精准激光器产品，服务于包括客户 A、客户 E、清华大学、北京大学、中国科学院、哈佛大学、科罗拉多大学、麻省理工学院等国内外知名高校、科研院所和华翊量子、国仪量子等量子科技公司，推动了量子精密测量从实验室走向野外试验，推动了中性原子量子计算、离子阱量子计算向更多量子比特、更高保真度发展，支撑了量子科技领域的基础研究和技术应用的快速发展。

在半导体领域，公司产品服务于客户 B、客户 C、客户 D、中安半导体、昂坤视觉、客户 G 等主要国产半导体设备厂商，推动了我国晶圆制造、量检测设备和隐切设备的国产化进程，实现对进口激光光源产品的替代，对我国半导体产业供应链稳定、核心技术自主可控具有重要意义。

凭借较强的技术研发能力、优异的产品质量、高可靠性和高稳定性的产品性能以及快速响应的服务，公司获得国内及国际量子领域知名科研院所以及半导体

设备厂商对公司产品的认可，建立了稳定深厚的合作关系。

(2) 公司产品获得前沿研究人员信赖，助力其取得重大创新成果

凭借超大功率和超低噪声的领先性能，公司为量子计算研究提供了强大的光源支持，助力更大逻辑比特规模和更高保真度的量子计算发展。公司产品已广泛应用于国内外量子计算机上，取得重大创新成果，如：852nm 光源用于哈佛大学 3,000 个逻辑比特 Rb 原子量子计算机、1066nm 光源用于加州理工学院 6,100 个量子比特的 Cs 原子量子计算机、813nm 光源用于法国 PASQAL 公司 Rb 原子低温量子计算机实现 2,088 个光镊，科罗拉多大学使用发行人激光器实现高精度原子钟，清华大学使用发行人的激光器实现数百个离子两种量子比特之间微秒量级的相干转换。此外，公司参与了“九章”系列量子计算原型机、量子科技 2030 项目等国家重大科研项目。

量子科技是新一轮科技革命与产业变革的尖端领域，世界各国也在持续加大对量子科技的研发投入，抢占科技制高点。激光器作为量子科技研究的重要工具和部件，在量子科技紧迫的技术攻关竞争中，公司产品凭借优越的产品性能赢得国际研究人员的充分信赖，助力其实现重大创新成果，充分体现公司产品较高的市场认可度。

(3) 收入增长快于行业，市场占有率稳步提升

2024 年全球量子信息用激光器规模为 3.03 亿美元，预计 2030 年量子信息领域激光器规模将达到 7.49 亿美元，年化增长率为 16.28%，发行人 2024 年的全球市场占有率约 9.21%。报告期内，发行人量子信息领域激光器在全球收入年化增长率为 57.92%，远高于行业规模年化增长率水平，体现了市场占有率的稳步提高。

2024 年中国量子信息领域激光器规模为 1.01 亿美元，预计 2030 年量子信息领域激光器规模将达到 3 亿美元，年化增长率为 19.89%。发行人 2024 年量子信息用激光器的国内市场占有率为 16.85%。报告期内，发行人量子信息领域激光器在国内收入年化增长率为 59.72%，远高于行业规模年化增长率水平，体现了市场占有率的稳步提高。

2024年国内半导体设备对激光器的需求规模为5.28亿美元，预计2030年将达到10.93亿美元，年化增长率为12.89%。2024年，发行人国内半导体领域收入金额为0.75亿元，占国内市场1.98%的份额。报告期内，发行人国内半导体领域收入年化增长率为103.80%，远高于行业规模年化增长率水平，体现了市场占有率的稳步提高。

公司在各市场领域收入规模的快速增长，带来公司市场占有率的稳步提升，体现了公司较高的市场认可度。

3、公司科技创新能力突出，研发储备丰富

作为技术驱动型企业，技术创新是公司不断发展的动力源泉，是确保公司技术领先和核心竞争力的关键因素。公司自成立以来，高度重视技术创新，不断加大研发投入。报告期内，公司研发投入分别为2,212.45万元、4,170.86万元和6,099.98万元，三年累计12,483.29万元，占三年累计营业收入比例为14.56%，占比较高，公司通过持续的研发投入和技术积累，不断进行技术突破和产品类别拓展，为客户提供高性能指标、高稳定性、高可靠性的精准激光产品。

截至2025年末，公司共有员工516人，其中研发人员114人，占比22.09%，研发人员中具有硕士研究生学历的有22位，具有博士研究生学历的有14位，构成了具备多学科交叉优势、专业研发能力和产品研发经验突出的技术研发团队。

公司正在从事的对目前或未来经营有重大影响的在研项目的主要方向及应用前景情况如下：

序号	在研项目	主要方向及应用场景
1	高端高性能飞秒激光器的光机电一体化技术研究和产品化开发	专注于超快激光光源的核心技术，旨在研发高端、高性能的飞秒激光光源。通过成功攻克非线性放大环形镜技术、脉冲重复频率提升技术并探索脉冲能量提升技术和脉冲压缩技术，实现重复频率GHz量级，脉冲能量nJ量级和脉冲宽度百飞秒量级的超快激光输出。
2	多波长激光器	面向原子分子光物理领域的实验需求，开展外腔半导体激光器和光纤激光器系统研究，突破激光器系统的小型化和轻量化技术，提升抗振动、抗辐照等抗外部环境干扰能力，提高激光器集成性、可靠性和环境适应性，研制在激光器功率、线宽等指标和频率调谐功能等方面满足实验需求的激光器系统。
3	面向光量子的超稳定激光光源关键技术研究	总体目标为掌握≤10cm腔长的可搬运超稳激光生产全流程的核心技术，性能比肩国外同等类型产品，并为≥30cm腔长的可搬运超高性能超稳激光系统作技术积累。先明确系统的应用场景和性能

序号	在研项目	主要方向及应用场景
		指标,包括频率稳定性、线宽、功率、环境适应性等。再基于需求分析,设计系统的架构,包括光学设计、电子设计、机械设计和控制系统设计。
4	大功率低相噪激光系统研究	基于新一代单频光纤和半导体激光技术、高功率光纤激光技术、非线性频率变换技术和频率锁定的颠覆性技术,在保持超低噪声水平基础上实现特定波长功率国际领先。项目研究的激光源将覆盖基于铷、铯、锶、镱等中性原子量子计算所需关键波长,在噪声、功率等方面进行技术突破,为算力强、效率高、抗干扰的中性原子量子计算提供强有力支撑。
5	单频分布反馈光纤激光器的噪声性能提升技术研发	通过优化单频分布反馈光纤激光器的封装结构,选择抗干扰能力强的封装工艺,在腔外合适位置引入合适强度的光信号反馈或采用锁定元件,在激光器自由运转时降低激光频率噪声、线宽和频率慢漂,并设计低噪声电路驱动降低强度噪声,实现频率噪声极低、频率稳定性极佳和线宽极窄的单频激光输出。
6	应用于可搬运式光钟的激光系统关键技术研究	依托公司在超窄线宽激光器领域的技术积累,开发出满足可搬运式光钟对激光系统在频率稳定性、线宽和相位噪声等方面的严格要求;实现激光系统与光钟其他组件的高效集成,确保整个光钟系统的紧凑性、便携性和环境适应性。
7	多发多收光学天线及多信标同时捕跟技术	通过筛选同时具备热膨胀系数低和热传导系数高两大特点的材料、光学超稳腔原材料、镀膜和结构优化,同时确定光学超稳腔振动免疫情况下的固定方式,实现最稳定状态运行等方式实现频率噪声极低、频率稳定性极佳和线宽极窄的单频激光输出。
8	精准全固态激光系统技术研发	项目拟采用窄线宽单频红外通过频率变换实现紫外激光输出,满足半导体量检测对激光的需求。
9	工业级大功率绿光激光关键技术研究	通过选择合适参数的掺镱增益光纤,优化光纤长度,优化光纤的盘纤方式,抑制受激辐射放大过程中的拉曼散射、布里渊散射和模式不稳定效应,实现稳定的近衍射极限的高功率基频光束的输出,并在此基础上,进行腔外倍频,实现高功率、高光束质量、高稳定性的绿光输出。
10	项目C	
11	项目B	
12	用于量子计算机的精准激光系统中试基地建设	致力于提升用于量子计算机所需的大功率、低噪声的稳频激光系统的功率、噪声性能,并通过中试生产,解决光源稳定性、可靠性问题,实现光源系统的量产。
13	项目A	

公司研发部门以客户为中心,洞察行业需求和技术发展趋势,构建核心技术能力,开发出用户期望的产品与解决方案,同时针对行业内的前沿技术和关键技术进行研究并对其攻关,持续提升产品竞争力。

综上,公司掌握了精准激光器全链条的核心技术,核心技术主要指标均达到或超过行业先进技术水平,满足量子科技和半导体领域应用需求;公司产品获得下游头部客户高度认可,助力前沿研究人员取得重大创新成果,公司收入快速增

长,市场占有率稳步提升;公司研发投入大,科技创新能力突出,研发储备丰富,综合体现出公司具备突出的科技创新能力,体现出公司较强的核心竞争力。

二、公司产品在量子科技领域科研用途和产业用途销售金额及占比、相关数据变动趋势及原因;结合下游产业化发展趋势、市场需求、产品技术性能、境内外客户开拓及维持情况、主要客户转换成本和流失风险、报告期内毛利率及净利率下降原因、境外收入减少等情况,说明公司产品在相关领域的成长性,公司业绩稳定性及盈利可持续性

(一) 公司产品在量子科技领域科研用途和产业用途销售金额及占比、相关数据变动趋势及原因

报告期内,公司产品在量子科技领域科研用途和产业用途销售情况如下:

单位:万元

项目	2025 年度		2024 年度		2023 年度	
	金额	占比	金额	占比	金额	占比
科研用途	25,150.48	87.85%	17,807.84	88.79%	10,255.06	89.33%
产业用途	3,479.31	12.15%	2,247.17	11.21%	1,224.91	10.67%
量子科技领域	28,629.79	100.00%	20,055.02	100.00%	11,479.98	100.00%

由上表可知,发行人产品在量子科技领域的应用以科研用途为主。量子科技领域主要研究团队以高校和科研院所为主,量子科技相关技术路线尚未收敛,国内外研究团队仍在不断加入,在各条路线进行研发攻关,精准激光产品应用需求持续旺盛。报告期内,公司产品在量子科技领域产业用途占比分别为 10.67%、11.21%和 12.15%,逐年上升,主要是由于近年来,国内外量子科技产业化公司不断涌现,相关应用需求也在持续增长,公司产业用途销售占比也逐年稳定提升。由于量子科技各条路线仍未收敛,主要研究力量仍集中在各大高校和科研院所团队,近年来部分团队开始成立公司进行产业化运作,但也仍处于相对早期阶段,成熟的大规模的量子计算产业需求仍未显现,量子科技产业用途市场空间较科研用途相比仍较小,整体来看,市场结构相对稳定,以科研研发为主,产业化应用为辅。

(二) 结合下游产业化发展趋势、市场需求、产品技术性能、境内外客户开拓及维持情况、主要客户转换成本和流失风险、报告期内毛利率及净利率下

降原因、境外收入减少等情况，说明公司产品在相关领域的成长性，公司业绩稳定性及盈利可持续性

1、下游产业化发展趋势、市场需求

(1) 量子科技产业化发展趋势、市场需求

据中国信通院统计，截至 2024 年年末，全球量子信息领域相关企业数量已超过 600 家，2014-2024 年间融资总额超百亿美元。麦肯锡发布的《量子技术监测报告》指出，2024 年，量子技术初创企业获得的总投资比 2023 年增长约 50%，达到 20 亿美元。

2025 年 10 月，摩根大通宣布启动一项总额 1.5 万亿美元的 10 年安全和弹性倡议，旨在通过投资与融资强化美国的经济安全与产业韧性，倡议将重点支持国防航空、前沿科技等四大核心领域，包含量子计算等 27 个子领域。

美国 IBM、谷歌、Intel、微软、亚马逊等大型科技企业积极布局量子计算，Quantinuum、Rigetti、IonQ、Infleqtion、PsiQuantum、Quantum Computing Inc 等初创企业已初具规模，推出各具特色的产品，并积极探索公司产品可能的应用方向，行业影响力日渐增强。根据公开披露信息，2025 年 9 月，科技巨头英伟达通过旗下风险投资部门 NVentures 完成对三家量子计算企业投资，分别为离子阱技术路线的 Quantinuum、光量子技术路线的 PsiQuantum，以及中性原子技术路线的 QuEra。

国内方面，近年来，量子科技产业化公司不断涌现，取得规模融资，支撑其快速产业化发展。近年来，国内外量子科技产业化公司如雨后春笋般涌现，公司持续保持密切沟通，努力做到全面覆盖。由于近年来新成立的量子科技产业化公司的创始团队大多有高校科研院所的研究背景，之前曾在国内外主要高校科研院所量子研究团队从事相关研究，如 QuEra Computing 创始团队核心成员长期在哈佛大学从事量子科技研究，国内两仪万象、华翊量子创始团队成员均主要由清华大学量子研究团队组成。公司产品广泛覆盖国内外主要高校科研院所客户，创始团队成员大多有使用公司激光器产品的经验，对公司的产品较为了解，对产品质量和性能有较高的满意度。作为量子计算的核心供应商，公司在量子科技公司创立初期就积极沟通，主动推出激光全套解决方案，提供交钥匙系统，部分公司在

路线规划阶段就决定全套使用公司的激光器产品。

(2) 发行人精准激光器下游产业化发展趋势、市场需求

1) 产业政策大力支持

政策对激光器行业的支持主要体现在两个方面：

一方面是量子科技及半导体等下游行业的支持性政策将显著带动对上游激光器产品的需求：“十四五”规划将量子信息技术列为重点方向，指导量子计算、通讯、测量等领域的研究与应用。《“十五五”规划》明确提出前瞻布局未来产业，推动量子科技、生物制造、氢能和核聚变能、脑机接口、具身智能、第六代移动通信等成为新的经济增长点，这些产业蓄势发力，未来 10 年将再造一个中国高技术产业。

另一方面，如《计量发展规划（2021-2035 年）》《关于进一步促进服务型制造发展的指导意见》《加强“从 0 到 1”基础研究工作方案》等政策从技术、核心关键部件、检测等多个环节助力激光产业发展，推动关键核心技术突破，为精准激光器行业的发展营造了良好的政策环境。

2) 下游市场需求持续释放

①量子科技领域公共投入不断增长，经费持续井喷

近年来，各国针对量子信息技术广泛地制定战略规划和政策措施，旨在确立量子技术的长期发展方向和目标，并提供必要的资源和经费支持。

2019 财年以来，美国在量子信息领域的研发预算翻倍，自 2022 财年开始每年一直保持在 10 亿美元规模；2023 年 3 月，英国发布《国家量子战略》，将在 2024-2030 年间提供 25 亿英镑的政府投资；2024 年 12 月，美国参议院提出《国家量子倡议重新授权法案》，该立法将为量子研发提供 27 亿美元的联邦资金，以促进联邦科学机构和政府资助的研究中心在未来五年内的发展；欧盟通过量子技术旗舰计划、地平线欧洲和数字欧洲计划等渠道投入近 20 亿欧元，成员国也提供了超过 90 亿欧元的配套资金。欧洲量子产业联盟还呼吁欧盟设立 20 亿欧元的量子主权成长基金，以支持初创企业、成长型企业及知识产权保护。

2025 年 6 月，麦肯锡发布《量子技术监测报告》指出，全球公共和私营部门量子技术投资显著增加，截至 2025 年 4 月，公共部门投资已达 540 亿美元。

我国科研经费的持续投入、科研机构 and 项目数量的提升，为面向量子科技等领域用激光器的发展提供了强大的驱动力。根据《全国科技经费投入统计公报》，2024 年，全国共投入研究与试验发展经费 36,326.8 亿元，比上年增加 2,969.7 亿元，增长 8.9%。分活动主体看，2024 年度，政府属研究机构经费 4,231.6 亿元，增长 9.7%；高等学校经费 3065.5 亿元，增长 11.3%。随着高校科研机构数量和研究经费的增多，实验室用激光器产品和服务的需求也将被有力带动。

此外，我国北京、安徽、广东、上海、湖北等省市通过布局科技研发项目、设立未来产业基金、支持新型研发机构、建设平台设施网络、孵化培育初创企业、提供产品服务采购等多类型举措，积极推动量子信息未来产业培育和生态建设先行先试，将为量子信息用激光器带来更为广袤的市场空间。

② 半导体市场稳步提升

半导体相关设备市场增长源于半导体制造需求。长期以来，受益于 PC、移动通信、固态硬盘、工业电子等传统应用领域的稳步增长以及 AI、IoT、汽车电子、智能驾驶等新兴应用领域高速增长，全球半导体市场稳步提升；同时，伴随着半导体制程要求提高，半导体相关设备的性能需求和价格也持续高涨，为半导体设备及精密零部件供应商提供广阔的发展机遇。根据 SEMI 统计，2018 年至 2023 年，中国大陆的半导体设备市场规模由 131 亿美元增长至 366 亿美元，年复合增长率高达 22.81%，未来将保持快速增长，进而带动精准激光器等精密部件的需求提升。

③ 进口替代空间广阔

目前在量子信息、半导体设备零部件行业中，欧洲、美国、日本等国家或地区的头部公司仍处于优势地位，但国外激光器产品价格普遍较高且售后服务不便；国内厂商起步晚，处于追赶态势，关键零部件国产化水平较低，仍存在较大的发展空间。此外，近年来美国对我国先进技术行业颁布的一系列限制措施也使得国内设备厂商进一步加快零部件国产化步伐。在此背景下，技术日趋成熟的优质国产激光器供应商有望迎来市场扩张和份额提升的双重红利，进一步打破进口产品

主导的行业局面。

2、产品技术性能

量子科技领域对单频激光器产品技术性能的需求主要为以下几点：

超宽波段覆盖：目前量子领域研究的原子、离子种类非常多，至少有几十种可用的研究体系，每一种原子离子体系都需要 5-10 个波长的激光器进行激光冷却、囚禁、量子态制备、探测，需要的波长从深紫外到中红外。例如钍-229 (^{229}Th) 的钟跃迁需要 148nm 单频激光器，铝离子 (Al^+) 离子需要 267nm 单频激光器，镱离子 (Yb^+) 需要 3432nm 近红外单频激光器。

窄线宽：大多数原子离子体系的自然线宽为 MHz 量级，甚至更窄，为了保持原子离子和激光较强的相互作用，需要激光保持 100kHz 以内的线宽。

频率精准：原子离子的跃迁频率非常稳定，需要激光频率精准对应到该跃迁频率，且不能飘移。否则激光与原子离子将失去相互作用，从而无法操控量子态。

超低强度噪声：强度噪声是一种激光强度的高频抖动，冷却和囚禁原子离子过程中，高频的强度抖动将对原子离子进行加热，从而对量子态产生干扰。

超低相位噪声：原子离子和激光相互作用过程中，激光的相位直接进入原子离子量子态的相位中，如果激光的相位噪声较高，则原子离子体系的保真度将无法保证，降低了量子计算的准确率。

高功率：在一些场合中，激光功率将分配给不同的原子。在一定程度上说，激光功率越高，可以捕获和操控的原子越多，从而实现更高量子比特的物理系统。

快速调谐：为了保证激光器的频率精准度，通常需要将激光的频率稳定到原子气室或高精细度的 FP 腔等参考对象中，取得误差信号后，需要反馈到激光器的快速调谐端口，因此需要激光器具有快速调谐能力，从而将激光频率快速的进行纠正，锁定到参考对象上。

线偏振：在激光和原子相互作用过程中，激光的偏振也直接影响最终量子态。通常在光路中增加高偏振消光比的光学元件进行起偏。如果激光输出偏振不纯，或者稳定性不高，通过光学元件后将直接转化为功率噪声，从而影响量子态操控

的准确性。

高可靠性：量子精密测量和量子计算走向实用化过程中，需要激光器持续稳定工作数年。该过程中，激光器的频率需要稳定性，不能有任何跳模，功率也需要维持稳定性，整个系统保持恒定状态。一旦系统失稳，则可能前期积累的数据或测量结果功亏一篑，无法做实用化的计量和计算。

3、境内外客户开拓及维持情况

境内外客户开拓及维持情况详见本回复之“问题 1/一/（一）/1/（3）客户拓展和服务能力”。

4、主要客户转换成本和流失风险

公司部分客户可能会基于供应链安全、降低成本等因素，考虑采购多个厂家的激光器产品，因此存在一些客户转换和流失的风险。

报告期内，公司主要客户比较稳定，不存在流失的情况。在客户转换激光器厂商的过程中，也面临较大的成本和风险，具体如下：

（1）产品性能指标

公司的多款激光器产品性能指标行业领先，特定波长产品的超高功率和超低噪声目前为同行业可比公司最高水平，客户放弃最优性能产品而去选择次优产品，对于其在量子领域的研究和探索进展有不利影响。公司持续进行技术研发和产品迭代，力争在产品性能指标上持续领跑行业，使得客户不会轻易更换激光器厂商。

（2）产品可靠性

公司的产品可靠性在世界范围的多个知名高校科研院所得到了广泛的验证，也取得了非常好的成果，使用公司激光器产品取得的相关研究突破发表在 *Nature* 和 *Science* 等知名期刊。如果客户转换为其他厂商的产品，将需要较长的验证时间，且结果存在很大的不确定性。目前量子技术发展日新月异，科研突破层出不穷，落后一步将很难追赶世界前沿。

（3）维护成本

精准激光器作为量子科技领域的关键核心工具，出现故障会使得整个研究进

展停滞，因此快速、高效的售后维护至关重要。公司立足国内，在合肥、武汉、北京等地设立服务站点，通过快速的响应和优质的售后持续服务主要客户。在产品出现故障时，可以迅速诊断问题，现场或者返厂的形式快速完成维修。在精准激光器领域，公司的售后服务资源非常充足，技术支持覆盖全球，能够为客户提供优质的维护服务。

（4）费用风险

精准激光器的成本比较高，一套量子计算、量子精密测量系统需要采购几百万元的激光器产品，平均单价在 20-40 万左右，如果转换激光器厂商失败，则将面临上百万元损失的风险。

综上，公司主要客户转换成本较高，客户流失风险较小。

5、报告期内毛利率及净利率下降原因、境外收入减少情况

（1）毛利率波动情况

报告期内，公司主营业务毛利率具体情况如下：

项目	2025 年度		2024 年度		2023 年度	
	收入占比	毛利率	收入占比	毛利率	收入占比	毛利率
激光器销售	96.40%	69.38%	97.46%	70.13%	96.42%	69.49%
模组	3.41%	66.25%	2.54%	68.09%	3.42%	67.25%
技术服务	0.18%	99.07%	-	-	0.16%	75.52%
合计	100.00%	69.32%	100.00%	70.07%	100.00%	69.42%

报告期内，公司主营业务收入激光器占比较大，其毛利率变动是决定公司毛利率变动的关键因素。公司主营业务毛利率分别为 69.42%、70.07%和 69.32%，公司毛利率呈现小幅、可控、良性波动。公司产品主要集中在量子科技和半导体领域，用于面向国内外重大基础科学研究需求以及半导体关键领域的国产化替代，产品定制化程度较高，不同激光器之间价格和成本有所差异，产品细分结构不同使得毛利率有所波动，但波动幅度在 1 个点以内且始终保持 69%以上高位水平，公司持续保持较强的经营能力以及较强的产品竞争力。

（2）净利率波动情况

报告期内，公司实现的营业收入、期间费用和净利润等经营成果具体情况如

下：

单位：万元

项目	2025年度	2024年度	2023年度
营业收入	41,791.65	29,185.72	14,772.14
销售费用	1,733.72	1,026.97	594.53
管理费用	2,296.92	1,384.73	756.94
研发费用	6,099.98	4,170.86	2,212.45
财务费用	-129.43	-93.24	-11.11
期间费用	10,001.19	6,489.32	3,552.81
销售费用占比	4.15%	3.52%	4.02%
管理费用占比	5.50%	4.74%	5.12%
研发费用占比	14.60%	14.29%	14.98%
财务费用占比	-0.31%	-0.32%	-0.08%
期间费用占比	23.93%	22.23%	24.05%
净利润	15,944.29	11,561.60	6,046.36
净利率	38.15%	39.61%	40.93%

由上表可知，报告期内，公司实现净利润分别为 6,046.36 万元、11,561.60 万元和 15,944.29 万元，净利率分别为 40.93%、39.61%和 38.15%，持续保持 38% 以上高盈利水平，整体稳健，2024 年度和 2025 年度净利率较上年分别下降 1.32 和 1.46 个百分点，净利率小幅下行主要原因如下：

报告期内，公司实现营业收入分别为 14,772.14 万元、29,185.72 万元和 41,791.65 万元，营业收入保持快速增长趋势，年均复合增长率为 68.20%，公司规模快速扩张带动费用同步合理增长。为抢占量子科技和半导体领域市场、强化技术壁垒，公司研发费用持续保持高投入。同时为应对快速增长的业务规模，保障产品的交付以及完善公司管理流程，公司扩充较多销售人员和管理人员以及新增租赁办公场地，2025 年度销售费用和管理费用增长幅度略高于营业收入增长幅度，使得期间费用占比较 2024 年度略有增长。报告期内，期间费用率稳定在 22%-24%区间，公司整体保持优异的费用管控能力。

净利率小幅下行是公司高速成长阶段的战略性投入所致，而非盈利质量下滑，公司保持较好的盈利能力。

（3）境外收入下降情况

报告期内，公司主营业务收入按地区分类的构成情况如下表所示：

单位：万元

项目		2025 年度		2024 年度		2023 年度	
		金额	比例	金额	比例	金额	比例
境内	华东	14,980.27	36.57%	9,254.11	32.51%	5,485.50	38.23%
	华北	7,411.82	18.10%	4,695.14	16.49%	3,527.76	24.59%
	华南	5,906.49	14.42%	4,090.93	14.37%	1,100.53	7.67%
	华中	2,997.09	7.32%	1,551.52	5.45%	702.53	4.90%
	西南	1,522.87	3.72%	780.35	2.74%	397.45	2.77%
	其他	1,239.11	3.03%	264.34	0.93%	177.96	1.24%
	小计	34,057.65	83.15%	20,636.39	72.49%	11,391.73	79.40%
境外	美国	3,097.24	7.56%	2,841.45	9.98%	1,409.54	9.82%
	欧洲	2,249.48	5.49%	4,436.90	15.59%	1,252.88	8.73%
	其他	1,553.56	3.79%	553.45	1.94%	293.00	2.04%
	小计	6,900.27	16.85%	7,831.80	27.51%	2,955.42	20.60%
合计		40,957.93	100.00%	28,468.19	100.00%	14,347.15	100.00%

报告期内，公司国内外收入均呈快速增长趋势，来源于境内的产品销售收入占同期主营业务收入的比例分别为 79.40%、72.49%和 83.15%，以境内销售为主。凭借着公司产品优异的性能以及相对国外激光器更有优势的价格，公司产品口碑在海外高校之间逐步提升，公司海外业务扩张迅速。报告期内，公司主营业务境外收入分别为 2,955.42 万元、7,831.80 万元和 6,900.27 万元，主要客户为国外知名高等院校哈佛大学、芝加哥大学和科罗拉多大学等。2025 年较 2024 年小幅减少，主要系客户短期周期性因素，不影响境外业务长期成长性：

2022 年拓展了客户 F 等欧洲客户，2023 年和 2024 年销售金额逐年增加，受其下游客户采购经费周期变化影响，2025 年其采购规模较小，相应的公司销售金额下降较大。同期美国、日本、新加坡等其他境外区域收入持续增长，境外客户区域分布更均衡，降低了单一区域依赖风险。此外，国内各区域客户持续快速增长，也降低了境外市场波动对公司的整体影响。

综上，公司报告期内毛利率、净利率小幅波动、境外收入短期减少，均为公司经营发展中的正常、合理波动，未改变公司核心盈利逻辑与成长趋势，公司业绩具备高度稳定性，盈利具有可持续性。

6、说明公司产品在相关领域的成长性，公司业绩稳定性及盈利可持续性

如前所述，公司所处精准激光器行业下游市场需求持续释放，产业政策大力支持，给发行人业务和产品的成长性提供了广阔的市场空间。

依托长期以来建立的技术与研发优势、产品优势、客户资源优势，公司形成了以量子科技激光应用和半导体激光光源双轮驱动的发展格局。此外，公司将面向生命医疗光源、飞秒超快激光、先进固体激光等新方向持续横向拓展布局，力争激光性能指标达到国际领先水平，助力公司经营业绩持续稳定增长。

公司深耕量子科技和半导体领域，立足国内，公司凭借优异的产品质量、高可靠性和高稳定性的产品性能以及快速响应的服务质量，服务于包括客户 A、客户 E、清华大学、北京大学、中国科学院等国内名高校、科研院所和华翊量子、国仪量子等量子科技公司，建立了稳定深厚的合作关系。在国内在量子科技领域，公司实现了国产品牌激光器国内市场占有率领先。面向全球，通过持续的海外市场拓展，公司客户群体已覆盖美国、欧洲、日本、韩国等国家或地区的高校和科研院所。

报告期内，公司实现营业收入分别为 14,772.14 万元、29,185.72 万元和 41,791.65 万元，复合增长率为 68.20%，扣除非经常性损益后归属于公司普通股股东的净利润分别为 5,780.31 万元、11,143.08 万元和 15,124.57 万元，保持快速增长趋势，具有较强成长性。

报告期各期末，公司在手订单金额分别为 21,653.28 万元、30,953.97 万元和 49,416.77 万元，公司营业收入保持快速增长的同时在手订单也保持快速增长。截至报告期期末，公司在手订单金额为 49,416.77 万元，金额较大。

报告期内，公司毛利率分别为 68.53%、67.78%和 69.33%，公司净利率分别为 40.93%、39.61%和 38.15%，保持较高水平，且相对稳定。

综上，公司具有成长性，公司业绩稳定、盈利可持续。

三、结合量子科技不同主流技术路线的发展现状及趋势、对精准激光器产品的需求情况等，说明是否存在因下游技术路线竞争变化而影响发行人产品市场空间和经营业绩的风险

（一）量子科技不同主流技术路线的发展现状及趋势、对精准激光器产品

的需求情况等

当前，量子计算正处于技术攻坚和应用探索的关键时期，量子计算技术路线主要聚焦于如何利用量子比特的特性进行信息处理并实现技术方案的实用化，行业技术迭代迅速，多条技术路线并行发展，技术路线未收敛。

中性原子、离子阱、超导和光量子等主要技术路线均已实现量子物理比特及逻辑比特，正在向实现更多可纠错的量子逻辑比特迈进。其中，中性原子、离子阱和超导是目前最有前景迈向通用量子计算的三大主流技术路线。

1、中性原子路线

中性原子量子计算易扩展、易寻址，门保真度略低于离子阱路线，是目前实现物理比特数目最多的路线。在量子比特数方面，加州理工大学实现了 6100 个物理比特，清华大学实现了万比特级中性原子体系，哈佛大学 Lukin 课题组实现 48 个逻辑比特。在双比特门保真度方面，通过对激光功率、噪声的优化，哈佛大学 Lukin 课题组最新双比特门保真度结果突破 99.94%，中国科学技术大学实现了 99.84% 的双比特门保真度。目前中性原子量子计算发展迅速，谷歌、英伟达等科技巨头已持续加码布局中性原子量子计算。激光贯穿中性原子量子计算全流程，激光冷却、态制备（光镊）、单比特门操控（拉曼作用）、双比特门操控（里德堡激光）、比特寻址与存储等每个环节。铷（Rb）原子体系量子计算典型需要至少 5 种不同波长的单频激光，万比特中性原子量子计算对功率的需求高达百瓦级。未来，随着对量子比特数量和门保真度越来越高的要求，激光的功率和噪声性能以及其系统集成性、可靠性需要进一步提升。发行人的单频低噪声、可调谐、窄线宽、大功率激光产品，是中性原子量子计算路线的核心工具，并助力该领域的持续发展。

2、离子阱路线

离子阱量子计算门保真度高、相干时间长，短板在于大规模扩展难度偏大。目前 IonQ、Quantinuum 公司采用 QCCD 架构让离子在芯片分区迁移，解决了长离子链单比特独立操控难题，并且 IonQ 实现了高达 99.99% 的双比特门保真度。IonQ 发布了一份名为“Walking Cat”的容错量子计算机完整工程蓝图，仅需 2,514 个物理量子比特即可构建出拥有 110 个逻辑量子比特的系统。激光是离子阱与中

性原子量子计算最核心、最关键的使能技术。它不仅承担原子量子比特的冷却、囚禁、态制备与量子态读取，更是执行量子逻辑门操作、实现量子纠缠的关键工具，是物理硬件体系的底层支撑。例如镱（Yb）离子量子计算典型需配置至少 7 种不同波长的单频激光。未来，随着量子比特数量的增加和保真度指标的提升，对激光的功率、低噪声、窄线宽、可调谐等指标要求将持续升级。发行人的单频低噪声、可调谐、窄线宽、大功率激光技术，是离子阱量子计算路线不可或缺的核心支撑。

最近几年，基于中性原子量子计算和基于离子阱量子计算的路线逐渐从实验室走出，成立了众多量子计算创业公司，高校、研究所和产业化公司对精准激光器的需求非常旺盛，保持较高增速。

3、超导路线

超导量子比特的操控速度快，门保真度表现较好，是率先实现“量子优越性”的技术路线。当前主流体系量子比特数量在百比特量级（Google“悬铃木”、中国科学技术大学“祖冲之三号”在 105 个比特左右），双比特门保真度突破 99.9%。传统超导量子计算不直接依赖激光做比特操控，但是随着超导量子数目的增加，比特规模向千级、万级扩容后，传统基于同轴金属导线的射频微波操控、探测信号的传输，引入大量热负荷、布线复杂度剧增，稀释制冷机散热与负载瓶颈凸显，难以负载千级、万级量子比特的运行。使用低温探测器+激光实现光生微波，并使用光纤替代同轴电缆进行射频微波传输是用于实现对超导量子比特操控和探测的新方案，这种方案展现了很大的应用前景和价值。基于飞秒光梳与超稳激光锁定的光生微波可实现超低相位噪声的信号，利于超导量子比特线路中的精确时序控制和量子比特操控，光电探测器在低温下表现的极低的噪声支撑该技术落地。2025 年，《自然·物理学》发表了美国哈佛大学约翰·保尔森工程与应用科学学院、Rigetti Computing、麻省理工学院电子研究实验室等机构的联合团队，首次实现了利用光信号对超导量子比特的相干控制。未来随着超导量子计算比特数量的增加和全光控制探测技术的发展，发行人的光学频率梳技术、超稳激光技术均有望应用于超导量子计算。

未来通用量子计算的应用需要量子比特数量达到几十万、百万量级，单台量

子计算机难以单独满足，基于量子网络的多机分布式相干互联是规模化通用量子计算重要路径。使用激光作为传输媒介，进行量子计算机之间的相干连接和时钟同步是实现大规模远距离并行运算的重要方法。例如使用超稳激光+光学频率梳组成超低相噪光生微波，用于传输超导量子计算的操控微波信号，或者进行系统间的时钟同步。

4、光量子路线

在专用量子计算机路线中，光量子计算具有退相干小、天然适合互联、对环境依赖低、操控速度快等特征。光子相互之间几乎无直接作用导致双比特门构建困难，因而主要集中在专用量子计算领域。光量子计算对激光的需求主要集中在高功率、低强度噪声的脉冲激光器用于泵浦非线性晶体产生单光子源等方面。发行人的低噪声激光技术，已成功应用于“九章四号”量子计算机中，未来还会持续在该技术路线上应用。

总而言之，激光将继续在多种技术路线以及最终的并行量子计算上展现出不可替代和需求越来越高的作用。

（二）说明是否存在因下游技术路线竞争变化而影响发行人产品市场空间和经营业绩的风险

由前文所述，当前离子阱、中性原子、超导、光量子等量子计算技术路线并行发展、竞争格局尚未固化，各路线对激光产品的依赖程度、性能参数需求差异显著。离子阱、中性原子及光量子路线对窄线宽、低噪声、可调谐、高功率精准激光器需求旺盛，激光是离子阱与中性原子量子计算最核心、最关键的使能技术。而传统超导量子计算不直接依赖激光做比特操控，但是随着超导量子数目的增加，比特规模向千级、万级扩容后，激光应用空间凸显。若未来量子计算主流技术路线发生重大变迁，超导等低激光依赖路线取得产业化领先，或离子阱、中性原子路线研发及商业化进程放缓、产业投入缩减，将导致下游精准激光器市场空间萎缩，进而对公司的经营业绩产生不利影响。

公司已在招股说明书中披露相关风险，具体如下：

“（一）产业政策变化风险

报告期内，公司产品主要应用于量子科技和半导体领域。量子科技和半导体产业均为我国重点支持的行业，政府出台了一系列支持性政策，对行业及公司业务发展起到了积极的促进作用。若未来国家对量子科技和半导体相关产业政策进行重大调整，或者下游行业的发展规划出现重大不利变化，将可能对公司的业务发展或行业需求产生不利影响，进而对公司的经营业绩产生不利影响。

量子科技产业作为未来产业之一，具备深厚的发展潜力，但目前量子科技相关技术路线尚未收敛、产品应用有待发掘，若与激光应用相关的量子计算技术路线发展不及预期，甚至被不需要激光应用的技术路线所淘汰，则将对精准激光需求产生不利影响，进而对公司的经营业绩产生不利影响。”

四、精准激光器不同技术方案的发展历程、在量子科技和半导体领域的应用情况和优劣势分析，发行人相关技术方案在原技术基础上进行的改进和创新情况、是否符合下游行业发展趋势和技术迭代方向，发行人固体激光器和脉冲飞秒激光器的研发进展、验证情况以及对公司业务开拓的预计影响情况

（一）精准激光器不同技术方案的发展历程、在量子科技和半导体领域的应用情况和优劣势分析

1、半导体技术方案

（1）发展历程

半导体路线是精准激光器领域发展最早的技术方案。半导体路线发展历程始于 20 世纪 60 年代，1962 年首个 GaAs 同质结半导体激光器问世，但受限于低温工作、脉冲模式及宽线宽、低稳定性的缺陷，无法应用于精准场景。20 世纪 70 年代，双异质结结构实现突破，使半导体激光器能够在室温下连续工作，为其实用化奠定了基础，1979 年贝尔实验室首次演示的外腔半导体激光器（ECDL），通过外光栅反馈压缩线宽、实现单频与调谐，正式开启了半导体路线在精准激光器领域的应用，形成了“增益芯片+外腔→单频种子”的核心方案雏形。

20 世纪 80 至 90 年代，半导体路线进入技术成熟期，外腔半导体激光器成为精准光源主流。从 20 世纪 90 年代末开始，德国 Toptica 等厂商开始推进商业

化，产品覆盖 700–1000nm 红外波段，线宽达到 kHz 量级，可满足科研与精密测量需求。同样在 20 世纪 90 年代，半导体锥形放大器技术成熟，有效解决了单频种子功率不足的问题，使得该技术方案在 21 世纪形成了“外腔单频种子→锥形放大→倍频”的标准链路，功率提升至 W 量级，并通过谐振倍频扩展至可见光、紫外波段，支撑起精密干涉、原子光谱等应用。在 21 世纪 20 年代之前，半导体路线在精准激光器领域占据最大市场份额，成为行业标杆。

2010 年以来，半导体路线逐渐进入瓶颈凸显期，受半导体材料与热管理限制，其功率始终难以突破上限（例如在 780nm 只能实现 4W 输出），无法满足工业加工、高功率科研等需求；同时，为压窄线宽而增加外腔长度的设计，导致激光器对振动、温度极为敏感，易跳模、环境适应性差，难以在复杂工况下长期稳定运行，且可见光、紫外波段的谐振倍频方案系统复杂、成本较高、稳定性不佳，进一步限制了其应用范围。

(2) 应用情况

1) 量子科技领域

在离子阱与中性原子量子计算领域，可提供铯离子、镱离子、钙离子等体系所需的冷却光、泵浦光与量子比特读写光，也适配铯、镱中性原子的磁光阱冷却、光晶格装载与钟态跃迁激发，支撑高保真度量子门操作与长相干时间。此外，还用于量子传感、量子通信与量子网络场景，涵盖原子磁力计、冷原子干涉重力仪的拉曼光源，以及量子密钥分发、量子中继器所需的窄线宽相干光源。

2) 半导体领域

适配半导体检测、光刻辅助等场景，但受限于功率和波段范围，无法应用于高端晶圆光刻、精密刻蚀等核心环节。

(3) 优劣势分析

1) 优势

一是技术较为成熟、商业化程度高，成本相对低廉，德国 Toptica 等厂商的产品可直接适配中小规模应用需求；二是体积较小，可集成；三是电光转换效率高、寿命较长。

2) 劣势

一是功率上限低，无法满足量子计算、高端半导体光刻等对高功率激光的需求；二是线宽存在局限，为减小线宽需增加腔长，导致激光器易受振动、温度影响而跳模，稳定性不足，难以支撑量子科技领域长期连续运行的核心设备；三是波段范围仅能覆盖 370-1650nm，波长拓展依赖复杂的谐振倍频技术，可见光、紫外光方案成本高、稳定性差。

2、钛宝石技术方案

(1) 发展历程

钛宝石路线以掺钛蓝宝石 ($\text{Ti}:\text{Al}_2\text{O}_3$) 为核心增益介质，是精准激光器领域重要的技术路线之一。钛宝石路线发展历程始于 20 世纪 80 年代，与飞秒激光技术的崛起深度绑定。20 世纪 80 年代，钛宝石作为激光晶体的优势被逐步发掘，凭借其宽增益特性，成为超短脉冲激光的核心增益介质，推动了飞秒激光技术的快速发展，这一时期，科研人员开始探索以钛宝石为基础的精准激光器方案，核心思路是利用大功率 532nm 激光进行泵浦，获取窄线宽、宽调谐范围的单频激光，为后续技术成熟奠定了基础，同时啁啾脉冲放大 (CPA) 技术的研究和应用，也为精准钛宝石激光器功率提升提供了关键支撑。

20 世纪 80 年代中期至 90 年代，钛宝石激光器路线进入技术成型与商业化初期。1985 年，CPA 技术的开创性应用中就已引入钛宝石放大体系，为钛宝石激光器高功率输出提供了技术路径。这一时期，美国 Spectra-Physics 等厂商开始推进钛宝石激光器的商业化，形成了“大功率 532nm 泵浦→钛宝石增益介质→单频激光输出→谐振倍频拓展波段”的标准方案，可实现 600-1000nm 的单频激光，经倍频后覆盖紫外至 600nm 波长范围，调谐范围可达数百 nm，线宽达到百 kHz 量级，在可见光范围内功率可提升至 4-7W，主要应用于高端科研、精密光谱等场景。

21 世纪以来，钛宝石路线进入瓶颈凸显与市场分化期。该路线的固有缺陷逐渐显现：系统基于空间光学器件搭建，结构复杂，除了易受外界干扰发生跳模外，安装与维护难度极大；必须依赖高功率 532nm 激光进行泵浦，导致设备成本居高不下，且器件寿命较短。此外，钛宝石激光器的宽调谐优势在多数量

子应用场景中并非必需，导致其性价比不足，市场需求量始终有限，仅在部分对调谐范围要求极高的高端科研场景（如阿秒激光产生、超快光学研究）中保留应用。

2010 年以来，钛宝石路线进入稳定应用与小众补充期。尽管其市场份额被光纤激光器等路线持续挤压，但在特定高端科研领域仍具有不可替代性，尤其在飞秒激光、超高功率激光系统中，高质量、大尺寸的钛宝石晶体仍是核心增益介质，支撑着拍瓦级激光等前沿技术的发展。不过，受限于固有缺陷，该路线未实现大规模商业化普及，始终以小众补充方案的身份存在于精准激光器领域。美国 Spectra-Physics 作为该路线的代表厂商，持续深耕相关产品研发，但其产品主要面向高端科研市场，难以突破民用和工业领域的应用瓶颈，与此同时，掺镜激光等替代技术的发展，进一步压缩了钛宝石路线的应用空间。

（2）应用情况

1) 量子科技领域

聚焦高端科研场景，是前沿量子光学、量子精密测量、阿秒激光产生、超快量子态调控的核心光源，可用于量子纠缠态制备、量子密钥分发的高端测试等。依托其极宽的调谐范围（数百 nm）和超快脉冲特性，可满足复杂量子系统的多波长激发需求，在量子计算的基础研究中发挥重要作用；科研人员正在研发的新型芯片级钛宝石激光器体积大幅缩小、成本显著降低，有望推动其在量子计算小型化设备中的应用。

2) 半导体领域

主要应用于高端半导体材料光谱分析、特种半导体器件的精密表征，可用于半导体材料的能带结构测试、缺陷检测等场景。其宽调谐优势可同时满足多种材料的量检测使用需求，但其系统复杂性和高成本，限制了其在量产型半导体制造环节的应用，仅用于高端研发和小众精密检测场景。

（3）优劣势分析

1) 优势

一是调谐范围极宽，可实现 668-1068nm 的单频激光输出，经倍频后覆盖紫

外至 530nm 波长范围，能满足量子科技、半导体高端研发中多波长、宽波段的应用需求；二是线宽可达 kHz 量级，在可见光范围内功率可达到 4-7W，脉冲特性优异，可实现超快脉冲输出，适配量子精密测量、半导体材料精密表征的需求。

2) 劣势

一是系统结构复杂，基于空间光学器件搭建，安装、维护难度极大，且易受外界干扰跳模，稳定性不足，无法适配半导体量产、量子设备规模化应用的需求；二是依赖高功率 532nm 激光泵浦，较高成本、器件寿命短，性价比低，难以普及；三是宽调谐优势在多数量子应用和半导体场景中并非必需，应用场景受限，且波长范围有限，无法满足部分应用需求；四是产品体积庞大，难以集成到小型化设备中，限制了其在可搬运设备中的应用。

3、固体激光器技术方案

(1) 发展历程

固体激光器路线以固体材料（增益晶体等）为核心增益介质，核心技术围绕“选频”与“稳频”两大环节展开，是精准激光器领域技术体系最完善、细分路线最多的分支之一，其发展历程始于 20 世纪 60 年代，伴随激光技术的诞生逐步起步，历经技术探索、细分路线成型、商业化推进及瓶颈优化四个主要阶段，始终贴合精准激光器宽波段、窄线宽、高功率的发展方向。1960 年，世界上第一台激光器——红宝石固体激光器问世，标志着固体激光技术正式起步，尽管早期红宝石激光器线宽较宽、稳定性较差，无法满足精准场景需求，但为后续精准固体激光器的研发奠定了核心基础。这一时期，科研人员开始聚焦“精准化”突破，核心思路是通过优化增益介质和腔型设计，实现窄线宽输出，同时布拉格定律的应用的基础研究，为后续选频技术的发展提供了理论支撑。

20 世纪 70 年代至 80 年代，固体激光器路线进入精准化探索期，选频与稳频技术逐步起步，三大细分路线雏形初现。这一时期，全固态激光器的雏形开始形成，科研人员尝试通过各类技术手段压窄线宽，短腔法、法布里-珀罗（F-P）标准具法等早期选频方法相继出现，为单频输出提供了初步思路，但受技术限制，无法同时实现窄线宽与高功率输出，难以满足高端精准应用需求。1985 年，斯坦福大学 Kane 等提出非平面环形振荡器（NPRO）设计方案，采用氩离子气体

激光器作为泵浦源、Nd:YAG 晶体作为增益介质和谐振腔，成功实现单向、单模且稳定的激光输出，标志着 NPRO 细分路线正式起步，尽管该设计对磁感应强度要求较高，但为稳频技术的发展提供了重要借鉴。同期，基于体布拉格光栅（VBG）的相关研究逐步推进，基于布拉格定律的光学特性，科研人员开始探索将其应用于固体激光器的光谱选择，为后续 VBG 细分路线的成型奠定基础，而种子注入技术的初步探索，也为 MOPA 路线的发展埋下伏笔。

20 世纪 90 年代至 21 世纪初，固体激光器路线进入细分路线成型与商业化初期，三大核心细分路线逐步完善，产品开始走向实用化。这一时期，体布拉格光栅（VBG）技术走向成熟，其作为对特定波长具有高选择反射性的体全息光学元件，被成功应用于固体激光谐振腔，通过抑制宽带激光振荡，实现窄线宽输出，VBG 路线正式成型，但受限于技术特性，对线宽的控制精度仍有不足，无法满足高要求精准场景需求。种子注入与主振荡功率放大（MOPA）技术逐步完善，形成“低功率窄线宽种子激光器+高功率放大器”的两级结构，成功实现窄线宽与高功率的兼顾，德国 XITON 等厂商开始推进 MOPA 路线产品商业化，其生产的 SLM 系列和 EXCITE 系列脉冲激光器，可提供从红外（1064nm）到深紫外（213nm、266nm）多个波长的单纵模、窄线宽（<80MHz）纳秒脉冲输出，广泛应用于干涉计量、光纤光栅制造等领域。同时，NPRO 路线持续优化，实现了 25 mW、线宽为 3 kHz 的 1064 nm 单纵模种子激光器，汉诺威激光中心等机构进一步将输出功率提升至 2W，推动 NPRO 路线走向实用化，美国 Coherent 公司推出的 Mephisto-S 产品，成为 NPRO 路线的典型代表。

21 世纪以来，固体激光器路线进入瓶颈凸显与技术优化并行期，三大细分路线的固有缺陷逐渐显现，同时科研团队持续推进技术升级。VBG 技术无法满足线宽要求极高的应用场景；MOPA 方案系统复杂，对环境适应性较差，易受外界干扰影响稳定性；NPRO 方案则存在输出功率不足的问题，难以实现高功率输出，这些缺陷限制了固体激光器路线在高端精准领域的竞争力。

进入 21 世纪 10 年代至今，固体激光器路线进入稳定应用与技术迭代期，在细分场景中保持不可替代性，同时持续推进小型化、高性能化升级。尽管光纤激光器占据高端精准市场主导地位，但固体激光器凭借成熟的技术、适中的成本，在精准场景中占据一定市场份额，三大细分路线持续优化升级：VBG 技术不断

提升线宽控制精度，扩大应用范围；MOPA 路线进一步简化系统结构，提升环境适应性；NPRO 路线则在小型化、低噪声方面取得突破。目前，固体激光器路线仍是精准激光器领域的重要分支，德国 XITON、美国 Coherent 等厂商持续深耕相关产品研发，聚焦细分场景需求，不断弥补技术缺陷，与其他路线协同发展，共同推动精准激光器行业的进步。

（2）应用情况

1) 量子科技领域

适配量子精密测量和量子通信等场景，依托其窄线宽、高稳定性的优势，可用于量子密钥分发、量子导航等场景的光源供给；其中 NPRO 方案可实现低噪声、高稳定的单频输出，适配量子精密测量的基础需求；MOPA 方案可实现窄线宽与一定功率的兼顾，可作为量子系统的激发光源。

2) 半导体领域

应用场景相对广泛，是半导体制造、检测的核心光源之一。VBG 路线可用于半导体元件的光谱筛选和刻蚀；MOPA 路线（如德国 XITON 的 SLM 系列、EXCITE 系列）可提供从红外到深紫外的多波长单纵模、窄线宽脉冲输出，广泛应用于半导体晶圆干涉计量、精密刻蚀等环节；NPRO 方案可用于半导体材料的低噪声检测，支持半导体器件的性能优化。

（3）优劣势分析

1) 优势

一是技术体系完善，细分路线多（VBG、MOPA、NPRO），可根据两大领域的不同场景需求灵活适配，适配性较强；二是线宽控制精度较高，部分 MOPA 方案在脉冲输出时线宽可低于 80MHz，能满足半导体精密检测需求；三是功率可实现中高等级输出，MOPA 方案可支撑半导体刻蚀、量子系统激发的功率需求，且稳定性优于半导体、钛宝石路线；四是技术成熟，商业化产品种类丰富，成本适中，适配半导体量产、量子科技中低端规模化应用场景。

2) 劣势

一是三大细分路线均有明显缺陷，VBG 技术对线宽不够敏感，无法满足高端量子计算、半导体光刻的高精度需求；MOPA 方案系统复杂，环境适应性差，易受干扰；NPRO 方案输出功率不足，难以实现高功率输出；二是波段覆盖范围有限，无法像光纤激光器那样实现全波段覆盖，限制了其在高端量子科技、半导体光刻中的应用；三是体积大于半导体、光纤激光器，集成性较差，难以适配小型化量子设备、便携式半导体检测设备；四是部分高端产品依赖进口，国产化程度有待提升，核心零部件成本较高。

4、光纤激光器技术方案

(1) 发展历程

光纤激光器路线以光纤为核心增益介质，以单频光纤激光技术为核心支撑，核心技术围绕“种子源优化、光纤放大、非线性频率变换”三大环节展开，是目前精准激光器领域发展速度最快、竞争力最强的分支。光纤激光器其发展历程始于 20 世纪 80 年代，伴随光纤通信技术的兴起逐步起步，历经技术探索、核心突破、商业化爆发及全面主导四个主要阶段，最终基于光纤激光器的精准激光器可契合精准激光器宽波段、窄线宽、低噪声、高功率的核心发展方向，实现对半导体、固体、钛宝石等传统路线的超越，成为高端精准激光器市场的最佳方案。

1964 年，世界上第一台光纤激光器问世，但早期产品受限于光纤材料纯度和泵浦技术，输出功率低、线宽较宽，稳定性不足，无法满足精准场景需求，仅用于基础科研领域。20 世纪 80 年代，低损耗光纤技术取得突破，掺杂稀土元素（铒、镱、铥等）的增益光纤研发取得进展，为光纤激光器的精准化发展奠定了核心材料基础，科研人员开始聚焦单频输出、功率提升等关键技术突破，初步形成“种子源+光纤放大器”的技术雏形。

20 世纪 90 年代至 21 世纪初，光纤激光器路线进入精准化技术突破期，核心技术逐步成熟，单频特性与功率性能实现双重提升。这一时期，单频光纤种子源技术取得关键突破，光纤 DFB（分布反馈）、固定外腔半导体激光种子源相继研发成功，实现了超低相位噪声输出，且环境适应性大幅提升，解决了传统激光器易跳模的痛点，为精准激光输出提供了核心保障。同时，掺稀土光纤

放大器技术快速发展，掺镱、铒、铥光纤放大器及拉曼光纤放大器相继问世，逐步实现功率从毫瓦级向瓦级、百瓦级突破，其中掺镱光纤作为核心增益材料，其性能优化为高功率输出提供了重要支撑。非线性频率变换技术（倍频、和频、差频）逐步完善，摆脱了传统谐振倍频的复杂结构，采用简单的单通倍频技术，即可实现高功率可见光、紫外光输出，进一步拓展了光纤激光器的波段覆盖范围。此外，美国 IPG 等国际厂商开始布局光纤激光器商业化，推出初步的光纤激光器产品，主要应用于高端科研、精密传感等小众精准场景。

21 世纪初至 2010 年代，光纤激光器进入商业化快速发展期，技术体系持续完善，市场份额逐步扩大，逐步超越传统技术路线。这一时期，核心技术持续优化，单频光纤激光器实现 177-5000nm 任意波段覆盖，百瓦级高功率输出成为常态，线宽控制精度达到 kHz 量级，且凭借全光纤结构，具备抗振动、无跳模、环境适应性强、维护简便等优势，完美解决了半导体、固体、钛宝石路线的固有缺陷。2014 年，美国 IPG 公司报道了基于线偏振窄线宽掺镱光纤激光器的单通倍频方案，实现 356W 连续绿光输出，倍频效率接近 35%，推动光纤激光器在精密加工领域的应用突破。商业化进程加速，国内厂商逐步崛起，2017 年频准激光在上海成立，专注于高端精准光纤激光器研发，逐步形成“种子源+光纤放大+非线性频率变换+稳频”的完整技术路线，服务于量子科技、半导体等高端领域。同时，长进光子等特种光纤厂商逐步突破核心技术，实现高性能掺镱光纤等进口受限产品的批量生产，为光纤激光器国产化提供了核心材料支撑，打破了国际巨头的垄断。这一时期，光纤激光器逐步抢占高端精准市场，在量子信息、精密加工、激光雷达等领域的应用逐步普及，市场份额超越半导体、固体激光器路线。

从 21 世纪 20 年代开始，光纤激光器路线进入全面主导与技术迭代期，在精准激光器领域占据绝对主导地位，同时持续推进高性能化、国产化与场景拓展。技术层面，持续向更高功率、更窄线宽、更宽波段、小型化方向升级，单频光纤激光器功率突破数百瓦级，绿光等可见光输出功率持续提升，光束质量接近衍射极限，线宽控制精度进一步提升。应用场景持续拓展，从高端科研、量子信息，延伸至半导体晶圆制造、量检测、隐切，以及铜等高反材料精密加工、医疗美容等领域。国产化进程加速，频准激光、长进光子等国内企业持续

发力，在核心技术、核心零部件、特种光纤等领域实现突破，逐步打破国际垄断，同时光迅科技等企业在光纤放大器领域占据重要市场份额，推动整个产业链自主可控。目前，光纤激光器路线已成为精准激光器领域的绝对主导力量，形成了“国际巨头引领、国内企业崛起”的市场格局，其高稳定性、高功率、宽波段、低噪声的核心优势，持续推动精准激光器行业向更高精度、更广泛应用的方向发展。

(2) 应用情况

1) 量子科技领域

目前是高端量子科技领域的主导光源，广泛应用于量子计算、量子通信、量子传感等核心场景。可实现 177-5000nm 任意波段的大功率单频输出，超低相位噪声、永不跳模的特性，完美适配量子纠缠态制备、量子密钥分发、量子精密测量等高端需求。

2) 半导体领域

应用于半导体晶圆制造、精密刻蚀、量检测、隐切，以及铜等高反材料精密加工等核心环节。凭借高功率、窄线宽、高稳定性的优势，可实现半导体光刻的高精度、高效率量检测与加工，以及半导体器件的高灵敏度检测；其结构紧凑可搬运，无需维护，适配半导体量产环节的长期连续运行需求。

(3) 优劣势分析

1) 优势

一是综合性能最优，兼具宽波段（177-5000nm 任意覆盖）、窄线宽（kHz 量级）、高功率（百瓦级乃至千瓦级）、低噪声、高稳定性的特点，完美契合两大领域的高端需求；二是环境适应性极强，全光纤结构抗振动、永不跳模，可适应半导体量产车间、量子设备长期运行等复杂环境，且维护简便，可免维护长期运行；三是借助于高功率的优点，波段拓展并非都需要复杂的谐振倍频技术，单通倍频即可实现高功率可见光、紫外光输出，成本更低、稳定性更强；四是国产化进程加速，频准激光、长进光子等国内企业逐步突破核心技术，核心零部件、特种光纤实现自主可控，性价比持续提升，同时运行维护成本较低。

2) 劣势

一是大范围调谐能力有限：受限于种子激光器的调谐能力和非线性频率变换过程中晶体支持的波长范围，目前大部分产品的调谐能力仅为 nm 量级。但是除了少量量子领域初期对跃迁中心波长不确定，以及里德堡电场测量需要 5-10nm 调谐范围外，目前的方案几乎满足 98% 以上的应用需求；二是峰值功率有限：半导体领域晶圆加工、微纳加工等对激光的峰值功率提出了非常高的要求，激光器厂商考虑用固体激光器或其他技术实现更高功率的脉冲激光器，在相同平均功率下，脉冲激光器有望实现万倍于连续激光器的峰值功率。

(二) 发行人相关技术方案在原技术基础上进行的改进和创新情况、是否符合下游行业发展趋势和技术迭代方向

1、发行人相关技术方案在原技术基础上进行的改进和创新情况

(1) 光纤激光器传统技术方案

光纤激光器指用掺稀土元素光纤作为增益介质的激光器，与其它类型的激光器一样，光纤激光器由激光工作物质（增益光纤）、泵浦系统和光学谐振腔三个部分组成。其中泵浦源发出的泵浦光通过一面反射镜耦合进入增益介质中，通过增益介质转换为高功率高亮度的信号激光，形成稳定的激光输出。而为实现高功率输出，会采用主振荡功率放大（MOPA）结构，即首先在由高低反光栅和增益光纤组成的光纤振荡器中获得激光输出，再由光纤放大器进行功率放大。

光纤激光器具有光束质量好、集约化程度高、电光转换效率高、免调节、稳定性和可靠性高等优点，广泛应用于工业加工、科学研究等领域，已成为激光技术发展主流方向和激光产业应用主力军。随着光纤激光器技术的不断进步，激光加工设备正逐步对传统机械加工设备实现替代，渗透率持续提升，应用场景不断丰富。近些年，光纤激光器功率大幅提升，连续光纤激光器输出功率达到了 100kW 级，脉冲光纤激光器也已达 2kW 级。

(2) 发行人的改进和创新情况

发行人精准激光相关技术方案在传统光纤激光器技术方案上进行改进和创新，具体如下：

1) 产生精准单频激光输出（种子源）方面

在产生激光的振荡器方案方面，由基于高低反光栅和增益光纤的光纤振荡器改进为精准种子源，主要有光纤 DFB 种子源和外腔半导体种子源两大类。光纤 DFB 种子源是在增益光纤上直接刻写光纤布拉格光栅，构成厘米级微型激光谐振腔，自由光谱范围达 GHz 量级；通过在光栅中引入相移实现窄带滤波，仅允许单一纵模起振，可输出稳定单频激光。同时，选用不同稀土掺杂增益光纤并匹配相应光栅周期，可实现宽波段单频激光输出；借助温控、PZT 拉伸调控光栅周期与光纤折射率，还能完成波长连续调谐。外腔半导体种子源则在半导体激光器基础上引入外部光学反馈元件实现选频与性能优化，外腔镜将部分激光输出反馈至二极管内腔，利用激光器对光反馈敏感的特性实现波长遴选，输出线宽远优于普通半导体激光器。外腔谐振选模与波长调谐机制，可有效抑制温度、注入电流波动带来的工作不稳定性；通过调节外腔镜位置与角度改变外腔长度及选频模式，使反馈频率与外腔频率变化速率匹配，即可获得连续无跳模的单模可调谐激光输出。

2) 功率放大器方面

在功率放大器方面，发行人相关技术方案同样通过全光纤结构的光纤放大器实现功率放大。依托成熟的全光纤放大技术，发行人相关技术方案精准适配种子源宽波段低噪声特性，采用自研自发辐射抑制技术实现宽波段激光稳定放大，同时通过抑制受激布里渊散射效应，在对应波长下实现超大功率单频单模激光输出。通过精细化增益光纤热管理及关键器件熔点管控工艺，大幅提升功率放大器长期工作可靠性，搭配自主研发的高速响应驱动电路，保障放大器整机运行安全稳定。

此外，方案利用无源光纤的拉曼非线性效应构建增益机制，通过灵活调节泵浦波长，可实现 1000–2000 nm 超宽光谱范围光纤增益覆盖，并采用特有低噪声拉曼放大技术，显著压低传统拉曼放大器的相对强度噪声，能够满足高端低噪声激光系统的应用要求。

3) 频率变换、噪声抑制、稳频等提升精准性能方面

除了种子源和光纤放大器以外，发行人相关技术方案还创新地引入了非线性频率变换技术、噪声抑制技术和稳频技术等技术，在光纤激光器的基础上将精准

激光器的性能实现进一步提升。

非线性频率变换技术是随着激光技术发展产生的一门新学科，它在目前现有激光材料基础上，获得更多波段范围内的激光输出成为了可能。发行人相关技术方案中采用非线性频率变换通过晶体的非线性效应（和频、差频、倍频、三倍频、四倍频、和频+倍频等）过程，可以实现波长从 1-2 μm 扩展至 177-5000nm。

噪声抑制技术主要通过优化强度噪声和频率噪声来实现精准激光性能提升。光纤 DFB 种子源强度噪声在 100kHz 以上波段主要受限于弛豫振荡峰，可通过提升弛豫振荡频率的方式降低弛豫振荡峰高度。同时还将在谐振腔外，通过强度调制器和功率放大器进行实时强度补偿和稳定等方式对弛豫振荡峰进行抑制。光纤 DFB 种子源所产生的单频激光的频率噪声主要来源于泵浦功率波动，腔内增益介质内反转粒子与激光腔内光子非线性相互作用，外界环境扰动包括震动和温度变化等。通过优化驱动电路噪声和泵浦二极管强度噪声来获得更稳定的增益，再结合谐振腔设计，从栅区长度、相移位置、反射谱宽度和反射率等参数出发，使得谐振腔内有更加稳定的增益和反馈分布，来提升输出激光频率稳定性。

针对光纤放大器引入的强度噪声，主要采取采用稳定驱动电路，减小半导体激光器的注入电流波动，从而增强泵浦源功率稳定性，抑制放大器噪声；针对不同波长放大器优化泵浦方式、选择并优化增益光纤，抑制放大器噪声；增益模块采用高效热管理方式，增强模块散热效率，减小温度波动，从而抑制放大器噪声。通过监控光纤放大器输出的噪声情况，反馈到前端进行强度调制，实现主动噪声抑制，实现光纤放大器的高功率、低噪声输出。

为实现精准激光的频率噪声在短时间尺度或长时间尺度下的进一步提升，还在光纤激光器的技术方案上引入了稳频技术。目前发行人相关技术方案中所用的稳频技术有三大类：原子分子稳频、超稳光学参考腔稳频和光学频率梳稳频。

原子分子稳频依托原子、分子固有能级跃迁，将激光频率锁定于天然量子频率基准，长期稳定度优异，适用于原子钟研发、精密制造与工业干涉计量，同时是北斗、GPS 等卫星导航系统的核心技术支撑。超稳腔稳频采用超高精细度腔镜、超低膨胀腔体及高真空系统，配合精密温控与隔振设计，隔绝环境因素对腔长的干扰，可实现 0.5Hz-200Hz 超窄线宽与短期超高稳定度。光学频率梳以低

噪声高稳定锁模激光器为基础，通过射频或光频锁定实现全纵模同步起振，输出宽光谱高稳定低噪声梳齿；光梳可作为高精度频率桥梁，衔接原子分子稳频与超稳腔稳频，具备宽波段、高精度、高稳定优势。

综上，发行人精准激光技术方案是在光纤激光器传统技术方案的基本结构基础上，由产生激光的光纤振荡器改进为精准种子源，全光纤功率放大器实现低噪声、稳定、单频功率放大，创新地引入了非线性频率变换技术、噪声抑制技术和稳频技术等，在光纤激光器的基础上将精准激光器的性能实现进一步提升。

2、是否符合下游行业发展趋势和技术迭代方向

发行人相关技术方案在原技术基础上进行的改进和创新情况符合下游行业发展趋势和技术迭代方向。

发行人相关技术方案以下游应用领域的精准需求出发，覆盖精准种子源技术、宽波段低噪声光纤放大技术、非线性频率变换技术、噪声抑制技术和稳频技术，主要特征在于宽波段、高功率、窄线宽、低噪声、高稳定性、免维护和可搬运，目前相关性能仍在逐步提升。

(1) 量子科技领域

量子计算随着硬件的不断升级和算法的不断优化，以及全球超算中心与量子计算机的加速融合，量子计算行业计算能力和效率将进一步提升，并且有望在不同行业实现广泛应用。随着量子计算应用的不断拓展，量子计算行业将面临更大的市场需求和更多的市场机会。其技术迭代方向在于实现更高的量子比特。

量子精密测量方面，随着量子信息技术的不断发展以及对微观粒子系统认识和测控能力不断提升，大量新型量子精密测量技术和产品不断涌现，量子精密测量已成为量子信息领域技术方向多元、应用场景丰富和产业化发展迅速的代表。未来，随着技术的不断成熟，量子精密测量将逐步实现对传统测量设备的补强和替代，并在如航空交通管制雷达、卫星导航、智能驾驶、电池改良等领域有望实现大规模商业化，量子精密测量市场规模有望持续攀升。量子精密测量的技术迭代方向则在于测量精度更高和设备更加小型化等。

量子科技领域对于精准激光的要求在于更高的波长精确性、更窄的线宽、更

低的强度噪声和频率噪声、更高的输出功率、更加优异的光束质量、更宽的覆盖波段以及更紧凑的结构等，相关技术迭代方向则是瞄准上述发展趋势展开。

发行人相关技术方案和当前优化方向完全匹配量子科技领域发展趋势和技术迭代方向。

(2) 半导体领域

半导体行业遵循“一代技术、一代工艺、一代设备”的发展规律，设备是延续摩尔定律的关键所在。半导体行业作为现代信息技术产业的基石，拥有庞大的产业规模和持续的增长潜力。近年来，随着下游传统行业需求的稳步增长，以及新兴领域的快速发展，为半导体设备行业带来广阔的市场空间。

当前半导体制程持续迭代，从 28nm、14nm 向 10nm、7nm 进阶，头部晶圆厂已实现 5nm 量产并布局 3nm 研发，FinFET、3D NAND 等架构工艺全面普及。制程微缩叠加结构复杂化，制造工序持续增加、生产成本指数级上升，晶圆良率与工艺一致性管控压力陡增，使得芯片制造环节质控检测需求持续提升。先进制程对微小关键尺寸及微纳缺陷的检测要求，需要依托更短波长激光光源与大数值孔径光学系统实现，进而持续拉动精准激光器的新增采购与存量替代需求。

激光器作为半导体设备中的重要部件，以其短波长、高能量密度、优异的光斑和准直特性，在半导体领域中的晶圆制造、量检测、晶圆隐切、缺陷检测等方面起到重要的作用，可以说整个半导体工艺，是建立在光学的成像、衍射、干涉、散射等物理特性之上。半导体领域对于精准激光的需求，波长分布从极紫外、深紫外到可见光、中红外甚至远红外，需要波长灵活可选，具有极高的功率稳定性、优异的光束质量、极窄的线宽、极好的波长稳定、极低的强度噪声和频率噪声以及高可靠性、长寿命和低维护成本。

发行人相关技术方案和当前优化方向完全匹配半导体领域发展趋势和技术迭代方向。

(三) 发行人固体激光器和脉冲飞秒激光器的研发进展、验证情况以及对公司业务开拓的预计影响情况

1、研发进展

(1) 固体激光器研发进展

技术路径：基于 Nd:YAG/Nd:YVO4 晶体泵浦+多级倍频，实现 266nm/213nm/355nm 三波段输出；重点攻克高功率下晶体损伤与散热、高效非线性倍频技术、紫外光束空间模式净化与走离补偿等关键技术。

关键指标达成：266nm 激光器准连续输出功率达 8W ($M^2 < 1.3$)，长期功率稳定性 (8h) 优于 $\pm 0.5\%$ ；355nm 皮秒激光器单脉冲能量 $> 120\mu\text{J}$ (400kHz)，脉宽 $< 15\text{ps}$ ，光束指向稳定性 $< 50\mu\text{rad}/^\circ\text{C}$ ；均已通过内部全项可靠性测试 (MTBF $> 10,000$ 小时)。

工艺自主化：核心紫外非线性晶体镀膜、固体光路精密装调、温控热管理模块全部实现 100%自研自产，摆脱对进口光学元件的依赖。

(2) 大能量飞秒激光器研发进展

技术路径：采用“种子源→固体再生放大器→谐波转换”链路，规避传统钛宝石系统体积大、成本高等缺陷，构建紧凑型工业级飞秒激光平台，支持多波段输出以适配不同应用场景。

关键指标达成：基波 1030nm 输出脉宽 $< 200\text{fs}$ ，重复频率 1kHz–1MHz 可调，平均功率 $> 20\text{W}$ ，单脉冲能量 $> 3\text{mJ}$ (1kHz)；通过谐波扩展可实现 515nm/343nm/257nm 多波长输出。

工程化进展：完成首台工程样机 (FSL-1030-20W) 集成封装，整机尺寸 600mm \times 500mm \times 200mm，支持标准 RS-232/Ethernet 工业通信协议，具备与半导体微加工平台与科研实验系统的无缝对接能力。

(3) 低噪声飞秒激光器研发进展

低噪声飞秒激光器研发主要是从低噪声激光驱动技术出发，到锁模激光器的脉冲形成机制优化实现噪声抑制，再到激光器整体封装改进来隔绝环境温度变化和振动的影响。目前可以在 1 μm 和 1.5 μm 波段实现低噪声飞秒脉冲输出，24 小时脉冲重复频率漂移可小于 50Hz，自由运行状态下 1kHz-10MHz 范围内脉冲时间抖动可小于 10fs，锁定后 10Hz-10MHz 范围内脉冲时间抖动可小于 10fs，最佳可达 4fs，均达到国际顶尖水平。

2、验证情况

固体激光器和飞秒激光器验证工作正按计划推进，2026 年完成内部全项验证测试，并在头部客户群体中开展应用验证。目前已完成实验室性能测试、客户工艺适配性验证及小批量试用三个阶段工作，覆盖半导体量检测、科研实验等领域应用场景。

内部验证方面，通过 10,000 小时可靠性测试（MTBF>10,000 小时）、极端环境适应性测试（-10°C~50°C）及机械振动测试（符合 MIL-STD-810H 标准），关键指标均满足设计要求。其中固体激光器 266nm 波长功率稳定性（8h）优于 $\pm 0.5\%$ ；客户验证阶段，固体激光器在半导体检测领域完成机台工艺验证；在科研领域针对大能量飞秒激光器开展超快泵浦探测等场景适用性测试，验证其脉冲能量稳定性与时间分辨率指标。低噪声飞秒激光器也已在复旦大学、上海科技大学、中科院上海光机所、中科院上海高研院、中国计量院、深圳先进光源研究院、南京师范大学和苏州联讯仪器股份有限公司等单位完成应用验证，获得客户认可，并已获得订单。

3、对公司业务开拓的预计影响情况

固体激光器与飞秒激光器的成功研发与验证，有望进一步拓宽发行人在先进工业领域尤其是半导体领域的业务布局。固体紫外与深紫外激光器已与头部晶圆设备厂商建立深度合作，完成定制化开发，2026 年将形成销售，预计 2027 年相关产品线销售额有望突破 1 亿元；大能量飞秒激光器和低噪声飞秒激光器已进入国内重点高校及科研院所和高科技企业采购体系，成为超快物理实验平台与科学装置的核心光源，预计 2026 年销售额将突破千万元，其在 AI 芯片载板微孔加工和玻璃通孔加工（TGV）方面也具备长远发展潜力。

【中介机构核查意见】

（一）核查程序

针对上述事项，保荐人、申报会计师执行的主要核查程序如下：

1、访谈发行人技术负责人，分析行业壁垒和技术难点；访谈发行人销售负责人，了解发行人产品市场竞争情况和客户拓展情况；查阅行业报告和研究报告，

查询同行业公司官网和产品手册等，发行人与国际头部企业的对比，分析核心竞争力；

2、获取发行人销售明细，了解量子科技领域的产品用途情况，查阅行业报告等了解行业发展情况和市场需求，分析客户转换成本和风险，评估公司成长性、业绩稳定性和盈利可持续性；

3、查阅激光、量子科技行业相关研究报告，访谈发行人技术负责人，了解量子科技技术路线发展和对激光器需求情况，分析发行人产品市场空间和经营业绩风险；

4、查阅激光、量子科技、半导体行业相关研究报告，访谈发行人技术负责人，了解精准激光技术路线发展情况、应用情况和优劣势，发行人技术路线的改进创新情况；查看发行人研发项目文件，了解研发进展情况。

（二）核查意见

经核查，保荐人、申报会计师认为：

1、发行人已说明公司与国际头部企业同类产品的性能、品质、价格对比情况，公司掌握关键核心技术，客户资源深厚、市场认可度高、科技创新能力突出，在量子科技和半导体领域具备核心竞争力；

2、公司产品在量子科技领域以科研用途为主，产业用途为辅；公司所处精准激光器行业下游市场需求持续释放，产业政策大力支持，公司产品技术性能优越，境内外客户开拓和维持良好，主要客户转换成本较高，客户流失风险较小，公司毛利率和净利率较高，稳定略有波动，境外收入略有下滑系受个别客户短期影响，公司产品在相关领域具备较强的成长性，公司业绩稳定、盈利可持续；

3、公司所处精准激光领域在多种技术路线以及最终的并行量子计算上展现出不可替代和需求越来越高的作用，若与激光应用相关的量子计算技术路线发展不及预期，甚至被不需要激光应用的技术路线所淘汰，则将对精准激光需求产生不利影响，进而对公司的经营业绩产生不利影响，公司已披露相关风险；

4、公司已披露精准激光器不同技术方案的发展历程、在量子科技和半导体领域的应用情况和优劣势情况，发行人相关技术方案在原技术基础上进行的改进

和创新情况、符合下游行业发展趋势和技术迭代方向，发行人固体激光器和脉冲飞秒激光器的研发进展、验证情况以及对公司业务开拓的预计影响情况。

2. 关于客户与收入

根据申报及回复材料：（1）发行人逾期款项较多、期后回款比例较低，截至 2026 年 3 月 31 日，各期期后回款比例分别为 95.47%、88.21%和 24.97%，逾期未回款比例为 5.53%、11.72%、79.40%；（2）部分订单签署时间晚于发货时间，如 2025 年 10 月与复旦大学的订单，发货时间为 2025 年 7-10 月。

请发行人披露：（1）应收款项期末逾期金额较高的原因，是否符合行业惯例，逾期未收应收款项坏账计提情况，应收账款期后回款比例较低客户的具体情况，期后回款比例较低的原因，是否存在无法收回的风险，坏账计提是否充分；（2）部分合同签署时间晚于发货时间的原因及合理性，合同签订及发货管理有关内控是否完整有效，有关订单及收入是否真实。

请保荐机构、申报会计师简要概括核查过程，并发表明确意见。

【发行人披露】

一、应收款项期末逾期金额较高的原因，是否符合行业惯例，逾期未收回应收款项坏账计提情况，应收账款期后回款比例较低客户的具体情况，期后回款比例较低的原因，是否存在无法收回的风险，坏账计提是否充分

（一）应收款项期末逾期金额较高的原因，是否符合行业惯例

1、应收款项逾期情况

报告期内，发行人应收账款逾期情况如下：

单位：万元

项目	2025/12/31	2024/12/31	2023/12/31
应收账款余额	5,973.85	4,212.40	1,541.82
应收账款逾期金额	5,278.40	3,424.11	1,263.64
逾期金额占比	88.36%	81.29%	81.96%
逾期时间分布：			
1 年以内	86.81%	93.92%	92.09%
1-2 年	11.84%	5.35%	5.93%
2-3 年	0.87%	-	1.98%
3 年以上	0.48%	0.73%	-

合计	100.00%	100.00%	100.00%
----	---------	---------	---------

报告期各期末，公司应收账款余额分别为 1,541.82 万元、4,212.40 万元和 5,973.85 万元，其中逾期应收账款余额分别为 1,263.64 万元、3,424.11 万元和 5,278.40 万元，占比分别为 81.96%、81.29%和 88.36%，主要逾期时间为一年以内。

2、应收账款逾期原因

截至 2026 年 4 月 30 日，报告期各期末发行人应收账款逾期原因、已回款金额情况如下：

单位：万元

客户类型	原因	2025/12/31	2024/12/31	2023/12/31
高校、科研院所	科研经费统筹/年底资金结算安排，延期已回款	1,014.20	1,307.72	816.66
	科研经费统筹安排，尚未回款	1,788.50	77.54	-
	科研经费统筹安排，已部分回款	176.51	-	-
	小额维修款，客户未支付，已全额计提坏账准备	0.10	0.10	0.10
	2025 年 6 月已退货	-	60.90	60.90
公司	受资金安排影响，延期已回款	1,140.79	1,744.71	360.98
	受资金安排影响，尚未回款	1,006.43	93.95	-
	受资金安排影响，已部分回款	126.88	114.19	-
	货款拖欠，已诉讼，已全额计提坏账准备	25.00	25.00	25.00
合计		5,278.40	3,424.11	1,263.64

由上表可知，报告期各期应收账款逾期原因主要系科研经费统筹及年底资金结算安排，其中：截止 2026 年 4 月 30 日，高校及科研院所类客户尚未回款金额分别为 0 万元、77.54 万元和 1,788.50 万元。2025 年受科研经费影响已逾期尚未回款的客户主要为复旦大学（268.00 万元）、客户 V（201.80 万元）、中国科学院光电技术研究所（168.00 万元）、客户 W（156.00 万元）、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（140.00 万元）。

截止 2026 年 4 月 30 日，公司类客户尚未回款金额分别为 0 万元、93.95 万元和 1,006.43 万元。2025 年受客户资金影响已逾期尚未回款的客户主要为昂坤视觉（450.00 万元）、中安半导体（133.58 万元）。

公司类逾期中“贷款拖欠，已诉讼，已全额计提坏账准备”对象为广州博盛实验室科技有限公司，逾期应收账款 25 万元，公司已于 2022 年向上海市嘉定区人民法院提起诉讼，申请支付相关货款，法院裁定判决生效之日起十日内给付货款 25 万元及相关欠款利息（（2022）沪 0114 民初 2107 号），截至 2025 年 12 月 31 日，案件仍在强制执行中。

3、行业惯例情况

通过公开渠道未查询到同行业可比公司应收款项期末逾期信息，故选取与发行人客户性质较为相似的 IPO 申报企业国仪量子技术（合肥）股份有限公司（以下简称“国仪量子”）进行对比，其应收账款客户主要为上海交通大学、清华大学、中国科学院、西湖大学等高校及科研院所，应收款项各期末逾期情况与发行人对比如下：

单位：万元

项目	2025/12/31	2025/06/30	2024/12/31	2023/12/31
国仪量子应收账款余额	未披露	14,738.27	19,834.67	14,302.49
国仪量子逾期款项金额	未披露	5,939.36	5,092.98	2,875.83
国仪量子逾期款项占比	未披露	40.30%	25.68%	20.11%
发行人逾期款项占比	88.36%	88.17%	81.29%	81.96%

数据来源：国仪量子 IPO 审核问询回复。

国仪量子逾期款项占比较发行人低的原因系其将账龄超出合同约定信用期 90 天的应收账款确认为逾期应收账款，而发行人则将账龄超过合同约定收款期限的应收账款确认为逾期应收账款，未再给予客户超出合同约定的信用期天数，导致发行人逾期款项占比较高。

若将发行人账龄超出合同约定收款期限 90 天的应收账款确认为逾期应收账款进行模拟测算，则发行人逾期款项占比如下：

单位：万元

项目	2025/12/31	2025/6/30	2024/12/31	2023/12/31
发行人应收账款余额	5,973.85	7,101.78	4,212.40	1,541.82
发行人逾期款项金额 （按超出合同约定收款期限 90 天）	3,131.55	2,861.83	918.27	691.95
发行人逾期款项占比 （按超出合同约定收款期限 90 天）	45.06%	40.30%	21.80%	44.88%

国仪量子逾期款项占比	未披露	40.30%	25.68%	20.11%
------------	-----	--------	--------	--------

数据来源：国仪量子 IPO 审核问询回复。

由上表可知，发行人经模拟测算的逾期款项占比与国仪量子差异较小。考虑到公司客户主要为科研机构及高校，或者是半导体行业龙头企业，资金回款安排较为特殊，公司对客户的应收账款考核采用信用额度管控，公司内控销售与收款管理制度中，每年度根据客户的注册资本、历年合作资金支付情况、行业地位、合作诚意等多维度对客户进行信用等级评定，根据评分结果分为 A、B、C 三个等级，不同等级赋予不同的年度内总月度信用额，再根据与客户年度预测销售额*评分等级赋予的总月度信用额计算出本年度内该客户的年度信用额度；仓库每次销售发货前，需与财务核实该客户的上月度末账面应收账款及已发出商品的预计售价之和是否超过期初已赋予客户的信用额度，若未超过正常发货；若超过需有销售部提起客户超信用额度发货申请表，经销售总监、财务经理、财务总监及总经理批准后方可进行发货。

综上，公司应收款项期末逾期金额较高的原因具备合理性，其应收逾期占比较客户类型相似的公司高主要系对客户采用不同的信用管理制度所致，差异原因合理，且经模拟测算后的应收逾期占比与客户类型相似的公司不存在显著差异。

（二）逾期未收应收款项坏账计提情况

截至 2026 年 4 月 30 日，报告期各期末发行人逾期未收应收款项期后回款及坏账计提情况如下：

单位：万元

项目	2025/12/31	2024/12/31	2023/12/31
应收账款余额	5,973.85	4,212.40	1,541.82
应收账款期后回款金额	2,763.25	3,912.81	1,516.72
应收账款期后回款比例	46.26%	92.89%	98.37%
应收账款逾期金额	5,278.40	3,424.11	1,263.64
逾期款项期后回款金额	2,271.75	3,124.52	1,238.54
逾期款项期后回款比例	43.04%	91.25%	98.01%
逾期款项期后未回款金额	3,006.65	299.59	25.10
逾期未收款项坏账计提金额	217.68	38.82	25.10

逾期未收回款项坏账计提比例	7.24%	12.96%	100.00%
---------------	-------	--------	---------

由上表可知,报告期各期末,逾期款项期后回款比例分别为 98.01%、91.25% 和 43.04%, 客户回款情况较为良好, 2025 年 12 月末逾期款项由于距截止日较短导致回款比例略低。逾期未收应收账款坏账比例分别为 100.00%、12.96% 和 7.24%, 公司主要以账龄作为信用风险特征, 预期信用损失的确定方法和相关参数的确定依据合理, 坏账计提较为充分。

(三) 应收账款期后回款比例较低客户的具体情况, 期后回款比例较低的原因, 是否存在无法收回的风险, 坏账计提是否充分

报告期各期末, 发行人应收账款回款比例较低的前五大客户具体情况如下:

单位: 万元

客户	客户性质	注册资本	应收账款余额	期后回款比例 ^注	坏账计提比例	回款比例较低的原因
2025-12-31						
昂坤视觉	股份有限公司	1,312.0014	450.00	-	5.00%	受客户资金安排影响, 尚未支付
复旦大学	国内高校	/	268.00	-	5.00%	客户科研经费统筹安排, 尚未支付
客户 V	科研事业单位	11,126.00	201.80	-	5.00%	客户科研经费统筹安排, 尚未支付
客户 W	科研事业单位	14,776.00	168.00	-	5.00%	客户科研经费统筹安排, 尚未支付
中国空间技术研究院	科研事业单位	19,101.00	156.00	-	5.00%	客户科研经费统筹安排, 尚未支付
合计	-		1,243.80	-		
2024-12-31						
合肥知常光电科技有限公司	有限责任公司	1,531.25	114.19	28.89%	5.00%	受客户资金安排影响, 已部分支付
武汉振光科技有限公司	有限责任公司	1,000.00	47.60	-	5.00%	受客户资金安排影响, 尚未支付
恒迈光学精密机械(杭州)有限公司	有限责任公司	1,120.00	26.25	-	5.00%	受客户资金安排影响, 尚未支付
广州博盛实验室科技有限公司	有限责任公司	100.00	25.00	-	100.00%	客户拖欠货款, 已诉讼, 已全额计提坏账准备
武汉光实科技有限公司	有限责任公司	100.00	19.59	-	5.00%	受客户资金安排影响, 尚未支付
合计			232.63	-		

客户	客户性质	注册资本	应收账款余额	期后回款比例 ^注	坏账计提比例	回款比例较低的原因
2023-12-31						
广州博盛实验室科技有限公司	有限责任公司	100.00	25.00	-	100.00%	客户拖欠货款，已诉讼，已全额计提坏账准备
中国科学院上海硅酸盐研究所	科研事业单位	17,230.00	0.10	-	100.00%	小额维修款，已全额计提坏账准备
合计	-	-	25.10	-		

注：期后回款截止日为 2026 年 4 月 30 日

由上表可知，2025 年末发行人应收账款期后回款比例较低的前五大客户主要为国产半导体设备厂商、事业单位、知名高校及科研院所等，企业规模较大，信用良好，信用状况未发生重大不利变化，受客户科研经费统筹安排或客户资金安排影响尚未及时回款，且上述客户报告期发生的其他销售订单大部分已回款，不存在无法收回的风险。

2024 年末，发行人应收账款回款比例较低的主要客户基本情况如下：

单位：人、万元

客户	客户性质	注册资本	员工人数	截至 2025 年 12 月 31 日应收账款余额	报告期内收入确认金额
合肥知常光电科技有限公司	有限责任公司	1,531.25	72	81.20	270.58
武汉振光科技有限公司	有限责任公司	1,000.00	108	47.60	91.62
恒迈光学精密机械（杭州）有限公司	有限责任公司	1,120.00	21	26.25	123.89
武汉光实科技有限公司	有限责任公司	100.00	5	19.59	27.74

由上表可知，上述客户 2025 年末的应收账款余额较小，报告期内收入确认金额与企业规模较为匹配，目前经营情况正常，且报告期内发生的销售大部分已回款，不存在无法收回的风险。

除广州博盛实验室科技有限公司，公司已单项全额计提坏账准备外，其他应收款项已按照信用风险特征组合计提坏账准备，坏账计提较为充分。

对比客户类型相似的国仪量子，截止 2026 年 3 月 20 日，国仪量子各期末应收账款的期后回款情况如下：

单位：万元

项目	2025/12/31	2024/12/31	2023/12/31
应收账款余额	20,825.67	19,834.67	14,302.49
期后回款情况	3,924.86	16,241.67	13,801.88
期后回款比例	18.85%	81.89%	96.50%

数据来源：国仪量子 IPO 招股说明书

对比客户类型相似的上海军陶科技股份有限公司(以下简称“军陶科技”)，其应收账款客户主要为中国航天科工集团、中国电子科技集团、中国兵器工业集团、中国航天科技集团等央企军工集团下属企业及科研院所，截止 2026 年 2 月 28 日，军陶科技各期末应收账款的期后回款情况如下：

单位：万元

项目	2025/12/31	2024/12/31	2023/12/31
应收账款余额	24,566.68	22,207.37	13,464.39
期后回款情况	2,648.68	20,333.98	13,258.47
期后回款比例	10.78%	91.56%	98.47%

数据来源：军陶科技 IPO 招股说明书

与上述公司相比，发行人截止 2026 年 4 月 30 日应收账款期后回款比例为 98.37%、92.89%和 46.26%，国仪量子截止 2026 年 3 月 20 日应收账款期后回款比例为 96.50%、81.89%和 18.85%，军陶科技截止 2026 年 2 月 28 日应收账款期后回款比例为 98.47%、91.56%和 10.78%，公司 2023 年、2024 年末的应收款项不存在期后回款比例较低的情况，2025 年末应收款项期后回款比例较以前年度低主要系距离截止日时间较短所致，相较于客户类型相似的公司而言，公司 2025 年末的应收款项期后回款率则更高，回款情况相对良好。

二、部分合同签署时间晚于发货时间的原因及合理性，合同签订及发货管理有关内控是否完整有效，有关订单及收入是否真实

(一) 部分合同签署时间晚于发货时间的原因及合理性

报告期内发行人存在部分合同签署时间晚于发货时间的情形，各期收入确认金额分别为 1,429.35 万元、1,484.47 万元和 2,675.44 万元，占营业收入比例分别为 9.68%、5.09%和 6.40%。该情形主要系上述合同签署前双方已签订试用订单，发行人根据试用订单安排生产、发货，由于客户签署正式合同的流程快慢不同，导致部分合同签署时间晚于发货时间，具备合理性，有关订单收入确认真实。

（二）合同签订及发货管理有关内控是否完整有效，有关订单及收入是否真实

发行人始终重视销售与发货全流程的内部控制建设，已制定并严格执行《销售与收款管理制度》《存货管理制度》《销售业务内控操作办法》等一系列内控制度，对合同签订、审批、发货等关键环节进行了明确规范。

在合同签订环节，公司要求销售人员签约前必须了解客户资信情况并建立客户信用档案，所有合同及试用协议均通过 CRM 系统执行严格的线上分级审批（20 万元以上需总经理审批），并对试用协议的期限与产权归属予以明确约定，确保交易合规、权责清晰。

在发货管理环节，财务部门在发货前须对合同及试用协议以及预收款情况进行双重审核，仓库必须依据经审批的发货通知单发货，系统同步生成出库单，实现无审批不发货的刚性控制。另外，公司对客户实行信用额度管控，对于超过信用额度的客户经多级批准后方可进行发货。

综上，发行人已针对合同签订及发货管理建立了设计合理、运行有效的内控制度体系，并通过 CRM 与 ERP 系统实现了流程的线上化与标准化；各项关键节点均设置多级审批，职责分工明确，审批权限清晰。发行人合同签订及发货管理有关内控完整有效，有关订单及收入真实。

【中介机构核查意见】

（一）核查程序

针对上述事项，保荐人、申报会计师执行了如下核查程序：

1、获取报告期各期末发行人逾期应收账款明细表及期后回款明细表；

2、了解发行人主要逾期客户的逾期原因、是否符合行业惯例，检查逾期应收款项坏账计提情况以及期后回款情况，分析是否存在无法收回的风险，坏账计提是否充分，对比分析相似客户性质的行业公司的期后回款情况；

3、获取报告期内发行人合同签署时间晚于发货时间的收入明细表，了解原因并分析其合理性；

4、获取发行人合同签订及发货管理相关的内控制度，了解、测试并评价其合理性和执行的有效性。

(二) 核查意见

经核查，保荐人、申报会计师认为：

1、报告期各期末发行人应收款项逾期金额较高主要系科研经费统筹或受客户资金结算安排影响，符合行业惯例；2025年末受截止日距报表日时间较短影响导致回款比例较低，其余各期末应收账款期后回款比例较高，部分高校及科研院所客户期后未回款主要受科研经费统筹安排影响，不存在无法收回的风险，坏账计提较为充分；

2、报告期内发行人部分合同签署时间晚于发货时间主要系该合同签署前双方已签订试用订单，发行人根据试用订单安排生产、发货，由于客户签署正式合同的流程快慢不同，导致部分合同签署时间晚于发货时间，原因较为合理；发行人合同签订及发货管理有关内控完整有效，有关订单及收入真实。

3. 关于产品与毛利率

根据申报及回复材料：（1）报告期内除单频红外激光器毛利率持续增长外，其他类别产品毛利率存在一定下滑，如单频可见光激光器毛利率为 71.00%、70.72%、67.26%，主要系功率等定制化需求调整导致单价降低，或生产工艺愈加复杂导致成本增加；（2）部分客户同时为直接客户及贸易商的终端客户，部分终端客户从不同贸易商处采购发行人产品，主要系高校及科研院所的不同课题组之间较为独立，采用不同采购渠道。

请发行人披露：（1）报告期内单频红外激光器毛利率变动趋势与其他类别产品变动存在差异的原因，定制化需求调整、工艺愈加复杂是否会导致毛利率持续下降；（2）发行人向采用多种采购渠道的客户销售时，同类产品的销售程序、价格及毛利率是否存在重大差异。

请保荐机构、申报会计师简要概括核查过程，并发表明确意见。

回复：

【发行人披露】

一、报告期内单频红外激光器毛利率变动趋势与其他类别产品变动存在差异的原因，定制化需求调整、工艺愈加复杂是否会导致毛利率持续下降

报告期内，公司单频红外激光器毛利率变动趋势与其他类别产品变动趋势如下：

项目	2025 年度		2024 年度		2023 年度
	毛利率	变动比例	毛利率	变动比例	毛利率
单频红外激光器	71.03%	2.38%	68.65%	0.93%	67.72%
单频可见光激光器	67.26%	-3.46%	70.72%	-0.29%	71.00%
单频紫外激光器	71.39%	-1.33%	72.72%	1.85%	70.87%
激光系统	62.72%	-2.31%	65.03%	2.48%	62.55%
脉冲激光器	61.32%	-2.51%	63.83%	-8.00%	71.83%
种子激光器	70.92%	-2.54%	73.46%	4.68%	68.78%

由上表可知，报告期内，公司单频红外激光器毛利率分别为 67.72%、68.65% 和 71.03%，呈逐年上升趋势，而其他产品 2025 年度毛利率略有下降，但下降幅度较小，处于合理波动范围内。

(一) 报告期内单频红外激光器毛利率变动趋势与其他类别产品变动存在差异的原因

1、单频红外激光器

报告期内，公司单频红外激光器单位价格和单位成本具体情况如下：

单位：万元/台

项目	2025 年度	2024 年度	2023 年度
单位价格	28.08	26.04	21.84
单位成本	8.13	8.16	7.05
毛利率	71.03%	68.65%	67.72%

由上表可知，报告期内，单频红外激光器毛利率分别为 67.72%、68.65%和 71.03%，毛利率逐年升高，主要系单价上升所致。随着下游量子科技、半导体等领域对激光器功率、线宽、可靠性等核心指标要求的不断提高，公司持续加大研发投入，推动产品技术迭代与性能升级。报告期内，高功率、特殊波长定制化等高性能产品收入占比逐步提升，该类产品技术附加值高，定价能力较强，带动整体平均单价上升。

此外，公司自设立起瞄准量子科技领域对宽波段、窄线宽、低噪声、高功率精准激光器的需求，发展了一条全新精准激光技术路线，推出极窄线宽、低噪声、长相干长度的精准激光器产品。公司量子科技领域激光器主要以单频红外和可见光激光器为主，经过多年的发展，公司在红外和可见光波段领域积累了较为成熟的技术储备和工艺经验，相关领域产品的定制化需求调整、工艺复杂程度对生产成本提升相对有限，叠加公司规模化生产和供应链管理不断增强，使得公司单频红外激光器单位成本上升幅度小于单价上升幅度，从而推动毛利率逐年提升。

2、单频可见光激光器

报告期内，公司单频可见光激光器单位价格和单位成本具体情况如下：

单位：万元/台

项目	2025 年度	2024 年度	2023 年度
单位价格	34.50	36.16	37.16
单位成本	11.30	10.59	10.78
毛利率	67.26%	70.72%	71.00%

由上表可知，报告期内，单频可见光激光器毛利率分别为 71.00%、70.72% 和 67.37%，总体波动幅度较小，略有下降，主要是单价下降所致。主要原因在于，公司激光器功率调整、特殊波长产品定制化需求以及出光数量等因素会对产品单价产生显著影响，公司单价较低类型产品销售占比提高会降低整体毛利率。

报告期内，受下游客户实际需求结构影响，两款中低单价单频可见光激光器销售规模及收入占比有所上升，使得单频可见光激光器单价有所下降。报告期内，公司该两款激光器收入占比分别为 11.95%、24.65% 和 34.62%，平均单价为 22.71 万元/台、23.56 万元/台和 23.10 万元/台，平均毛利率为 62.58%、64.75% 和 64.40%，较低附加价值产品销售占比的提升，在一定程度上拉低了整体毛利率。

综上，报告期内，公司单频可见光激光器毛利率有所下降，主要系产品细分型号结构变动所致。

3、单频紫外激光器

报告期内，公司单频紫外激光器单位价格和单位成本具体情况如下：

单位：万元/台

项目	2025 年度	2024 年度	2023 年度
单位价格	52.50	47.17	42.28
单位成本	15.02	12.87	12.31
毛利率	71.39%	72.72%	70.87%

由上表可知，报告期内，单频紫外激光器毛利率分别为 70.87%、72.72% 和 71.39%，总体波动幅度较小。报告期内，随着深紫外更高功率的激光器产品收入占比提升，公司单频紫外激光器平均单价有所上升。但由于紫外波段激光器需采用非线性频率转换技术，涉及精密的光学镀膜、晶体匹配及热管理设计等，生产工艺较为复杂，生产技术难度显著高于红外及可见光波段，公司深紫外波段仍处于技术迭代与生产工艺持续优化阶段，故而随着产品性能提高，相关产品单位生产成本亦同步提高。产品单价与成本同步上升，使得毛利率整体保持相对稳定，波动较小。

4、激光系统

报告期内，公司激光系统单位价格和单位成本具体情况如下：

单位：万元/台

项目	2025 年度	2024 年度	2023 年度
单位价格	81.76	66.06	40.90
单位成本	30.48	23.10	15.32
毛利率	62.72%	65.03%	62.55%

由上表可知，报告期内，激光系统毛利率分别为 62.55%、65.03%和 62.72%，总体波动较小。随着高性能产品收入占比提升，平均单价有所上升。激光系统涉及多波长合束、稳频控制、噪声抑制等多项复杂技术，系统集成难度大、调试周期长，生产技术难度显著高于单台激光器，公司相关领域业务相对较小，公司激光系统正处于技术迭代与工艺持续优化阶段，故而随着产品性能提高，相关产品单位生产成本亦同步提高。单价与成本同步上升，毛利率整体保持稳定。

5、脉冲激光器

报告期内，公司脉冲激光器单位价格和单位成本具体情况如下：

单位：万元/台

项目	2025 年度	2024 年度	2023 年度
单位价格	27.64	36.08	28.90
单位成本	10.69	13.05	8.14
毛利率	61.32%	63.83%	71.83%

由上表可知，报告期内，公司脉冲激光器毛利率分别为 71.83%、63.83%和 61.32%，整体呈下降趋势。

2024 年度毛利率同比下降 8.00 个百分点，主要系当期销售的 6 台脉冲激光器中，有一台定制化程度较高的双波长三路输出激光器所致。该机型技术指标复杂，涉及双波长合束、三路独立输出控制等多重技术难点，生产工艺复杂、调试难度大，单台生产成本显著高于常规产品，公司相关领域业务相对较小，正处于业务开拓期，相关技术迭代与生产工艺仍在持续积累完善阶段。尽管该机型凭借较高的技术附加值提升了当期脉冲激光器的平均销售单价，但其自身毛利率水平低于脉冲激光器当期整体毛利率均值，从而拉低了 2024 年度整体毛利率水平。

2025 年度脉冲激光器毛利率较 2024 年下降 2.51 个百分点，降幅有所收窄，波动处于合理范围。

6、种子激光器

报告期内，公司种子激光器单位价格和单位成本具体情况如下：

单位：万元/台

项目	2025 年度	2024 年度	2023 年度
单位价格	5.21	5.86	6.11
单位成本	1.51	1.56	1.91
毛利率	70.92%	73.46%	68.78%

由上表可知，种子激光器毛利率分别为 68.78%、73.46%和 70.92%，毛利率有所波动，2024 年较 2023 年有所上升，2025 年略有下降。报告期内，公司种子激光器所需的核心部件蝶形激光器逐步自产，使得产品单位成本逐年下降，同时公司对售价也有相应的调整，从而导致报告期内单价略呈下降趋势，综合因素使得公司种子激光器有所波动，整体波动较小。

综上，公司单频红外激光器毛利率变动趋势与其他类别产品变动存在差异主要系产品型号细分结构变动以及相关产品技术积淀与生产工艺成熟度存在阶段性差异导致产品单价和成本变动差异所致，具有合理性。

（二）定制化需求调整、工艺愈加复杂是否会导致毛利率持续下降

报告期内，部分客户定制化需求调整、工艺愈加复杂产品对公司生产难度提出了更高的要求，相应生产成本有所提高，导致部分产品毛利率有所降低，但总体降幅较小。公司针对定制化需求调整、工艺愈加复杂产品，一方面售价也会相应提高，另一方面在相关领域持续投入研发，积极储备相关核心技术，且通过规模化采购物料，部分核心部件从外购改为自产等方式来降低生产成本，从而维持公司整体产品的毛利率。

二、发行人向采用多种采购渠道的客户销售时，同类产品的销售程序、价格及毛利率是否存在重大差异

报告期内，公司向采用多种采购渠道的客户销售时，主要同类产品的价格及毛利率情况如下：

单位：万元/台

期间	产品类别	销售模式	平均单价	毛利率	差异原因
2025	单频红外激	直销	32.89	72.46%	公司向直销客户销售产品整体功率更高，

期间	产品类别	销售模式	平均单价	毛利率	差异原因
年度	光器	贸易商	22.74	69.33%	使得单价和毛利率较高。
	单频可见光激光器	直销	46.99	70.59%	公司向直销客户销售产品整体功率更高，使得单价和毛利率较高。
		贸易商	31.62	68.56%	
	单频紫外激光器	直销	52.05	73.09%	公司向贸易商客户销售产品较少，整体功率更高，使得单价较高，且部分贸易商对产品定价敏感度更高，公司部分同一型号产品给予贸易商适当优惠，导致毛利率略有下降，但处于合理波动范围内。
贸易商		64.43	71.10%		
2024年度	单频红外激光器	直销	27.37	67.57%	公司向直销客户销售型号一激光器产品销售金额占比较大，该型号激光器竞争相对较为激烈，客户批量化采购议价能力较强，使得毛利率相对较低，但处于合理波动范围内，此外，公司向贸易商客户销售境外收入占比较大，使得整体毛利率较直销客户毛利率高。
		贸易商	21.31	70.92%	
	单频可见光激光器	直销	39.68	71.53%	公司向直销客户销售产品高功率、特殊波长定制化等高性能产品收入占比较多，使得单价和毛利率较高，毛利率处于合理波动范围内。
		贸易商	36.36	70.79%	
	单频紫外激光器	直销	59.51	75.54%	公司向直销客户销售产品高功率、特殊波长定制化等高性能产品收入占比较多，使得单价和毛利率较高，此外，公司向贸易商客户销售金额较小，部分同一型号产品给予贸易商适当优惠，也导致毛利率略有下降。
		贸易商	34.71	65.84%	
2023年度	单频红外激光器	直销	21.88	65.98%	公司向直销客户销售产品高功率、特殊波长定制化等高性能产品收入占比较多，使得单价和毛利率较高，毛利率处于合理波动范围内。
		贸易商	16.08	63.25%	
	单频可见光激光器	直销	37.96	70.65%	公司向直销客户销售产品高功率、特殊波长定制化等高性能产品收入占比较多，使得单价和毛利率较高。
		贸易商	28.42	65.18%	
	单频紫外激光器	直销	45.12	71.36%	公司向直销客户销售产品高功率、特殊波长定制化等高性能产品收入占比较多，使得单价和毛利率较高，此外，公司同一型号产品给予贸易商适当优惠，也导致毛利率略有下降。
		贸易商	37.61	66.64%	

公司向采用多种采购渠道的客户销售程序主要经过客户资质审查，客户需求对接、报价以及商业谈判，签署合同、执行合同以及根据客户需求是否需要招投标等流程，不存在重大差异。

由上表可知，公司产品定制化程度较高，细分产品种类较多，同类产品价格变动主要系产品细分型号结构变动所致，具有合理性。公司产品通过直销和贸易商销售毛利率整体变动差异较小，处于合理范围内，不存在重大差异。

【中介机构核查意见】

（一）核查程序

针对上述事项，保荐人、申报会计师执行的主要核查程序如下：

1、获得发行人分产品、分收入类型、分客户的收入成本明细表，对售价、成本结构、毛利率进行分析，了解各类产品毛利率变化的原因及合理性；

2、通过与管理层和研发人员访谈等方式，了解定制化需求调整、工艺愈加复杂对公司产品毛利率的影响；

3、访谈发行人财务负责人、销售部门负责人，了解主要产品市场供需变动及客户变动情况以及不同渠道销售的销售程序情况，分析发行人毛利率变动的原因及合理性。

（二）核查意见

经核查，保荐人、申报会计师认为：

1、公司单频红外激光器毛利率变动趋势与其他类别产品变动存在差异主要系产品型号细分结构变动以及相关产品技术积淀与生产工艺成熟度存在阶段性差异导致产品单价和成本变动差异所致，具有合理性；报告期内，部分客户定制化需求调整、工艺愈加复杂产品对公司生产难度提出了更高的要求，相应生产成本有所提高，导致部分产品毛利率有所降低，但总体降幅较小。公司针对定制化需求调整、工艺愈加复杂产品，一方面售价也会相应提高，另一方面在相关领域持续投入研发，积极储备相关核心技术，且通过规模化采购物料，部分核心部件从外购改为自产等方式来降低生产成本，从而维持公司整体产品的毛利率；

2、发行人向采用多种采购渠道的客户销售时，同类产品的销售程序不存在重大差异，公司产品定制化程度较高，细分产品种类较多，同类产品价格变动主要系产品型号细分结构变动所致，具有合理性。公司产品通过直销和贸易商

销售毛利率整体变动差异较小，处于合理范围内，不存在重大差异。

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。

（以下无正文）

（本页无正文，为上海频准激光科技股份有限公司《关于上海频准激光科技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二轮审核问询函之回复》之签章页）

上海频准激光科技股份有限公司
2026年5月11日



发行人董事长声明

本人已认真阅读上海频准激光科技股份有限公司本次审核问询函回复的全部内容，确认本次审核问询函回复不存在虚假记载、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。

发行人董事长： 张磊

张磊



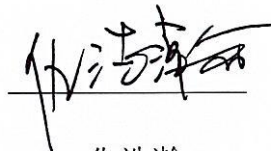
2026年5月11日

(本页无正文，为中信建投证券股份有限公司《关于上海频准激光科技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二轮审核问询函之回复》之签字盖章页)

保荐代表人：



周云帆



仇浩瀚

中信建投证券股份有限公司



2016年丁月11日

关于本次问询意见回复报告的声明

本人已认真阅读上海频准激光科技股份有限公司本次问询意见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，问询意见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。

法定代表人/董事长签名：

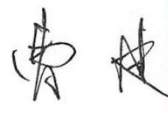


刘 成



中信建投证券股份有限公司

2026年5月07日

（本页无正文，为中汇会计师事务所（特殊普通合伙）《关于上海频准激光科技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二轮审核问询函之回复》之会计师签署页，我们仅对审核问询函中需要申报会计师进行核查的事项发表核查意见）



中国注册会计师：曹建军



中国注册会计师：王轩



报告日期：2026年5月11日