



## 公证天业会计师事务所(特殊普通合伙)

Gongzheng Tianye Certified Public Accountants, SGP

中国·江苏·无锡  
总机：86（510）68798988  
传真：86（510）68567788  
电子信箱：mail@gztycpa.cn

Wuxi·Jiangsu·China  
Tel: 86（510）68798988  
Fax: 86（510）68567788  
E-mail: mail@gztycpa.cn

# 关于无锡市德科立光电子技术股份有限公司 首次公开发行股票并在科创板上市的 发行注册环节反馈意见落实函的回复

中国证券监督管理委员会、上海证券交易所：

根据贵所于2022年5月13日转发的《无锡市德科立光电子技术股份有限公司发行注册环节反馈意见落实函》（以下简称“落实函”）已收悉，公证天业会计师事务所（特殊普通合伙）（以下简称“本所”或“申报会计师”）与无锡市德科立光电子技术股份有限公司（以下简称“德科立”、“发行人”或“公司”）、国泰君安证券股份有限公司（以下简称“保荐机构”）等对相关问题进一步认真核查，现将落实情况回复如下：

### 问题 1：关于产品先进性

报告期内，发行人主要收入及在手订单来自中兴通讯。中兴通讯系发行人创始人。从发行人与中兴通讯的交易细节来看，发行人向中兴通讯销售的同类型产品价格明显低于其他客户；以 10G 10km 及以下光收发模块为例，2021 年中兴通讯向发行人采购的主要是生产工艺成熟、技术要求低、价格低的产品；中兴通讯对发行人采用票据方式进行结算，发行人现金回收速度慢。以上交易细节表明发行人对中兴通讯议价能力小，难以说明发行人产品对中兴通讯的技术黏性。此外，从发行人核心业务的市场竞争情况来看，发行人成立时间早于同行业，但收入、利润规模，业绩增速远低于光迅科技、中际旭创、新易盛等同行业公司；发行人光收发模块市场占有率仅为 0.8%，主要应用于电信市场，未规模涉及数通市场；发行人光收发模块属于成本更低、传输距离更短的非相干光收发模块。

请发行人：（1）结合产品应用领域、技术先进性、市场同类产品竞争情况，进

一步说明发行人向中兴通讯销售价格显著低于其他客户的原因及合理性，进一步说明发行人业绩增速低于同行业可比公司的原因及合理性；（2）发行人芯片等原材料依赖于境外采购，核心技术主要体现在设计及封装测试环节，请进一步说明发行人的科创属性。

请保荐机构、申报会计师发表核查意见。

回复：

## 一、发行人说明

（一）结合产品应用领域、技术先进性、市场同类产品竞争情况，进一步说明发行人向中兴通讯销售价格显著低于其他客户的原因及合理性，进一步说明发行人业绩增速低于同行业可比公司的原因及合理性

### 1、发行人各类产品应用领域、技术先进性、市场同类产品竞争情况

#### （1）光收发模块

##### ①产品应用领域

光收发模块是光通信系统中进行光信号和电信号转换的重要光电子传输器件，是整个光通信传输系统中的重要组成部分，可以应用于电信领域及数据通信领域，上述两个领域对产品技术性能的需求存在较大差异。发行人光收发模块产品主要应用于电信领域。

电信传输一般承担跨区域的数据传输业务，网络故障所带来的影响往往比较严重，同时其产品应用场景多样，既有中心机房又有室外环境，产品所需适应的温度和湿度范围较宽，因此电信传输领域对于光收发模块可靠性和传输距离要求较高。根据光电子器件国际通用标准 GR-468-CORE 的要求，电信级产品不仅需要支持商业级温度应用（0℃~70℃），而且需要支持工业级温度应用（-40℃~85℃），工作湿度范围需满足 15%RH~85%RH，同时使用寿命需达到 20 年。基于电信传输领域的传输重要性和严苛应用环境考虑，电信传输领域的光收发模块通常选用成本较高的气密封装方案，该领域技术发展方向趋于高可靠性、长距离、大容量。

数据中心作为支撑互联网运营数据交互、存储的核心基础设施，需要使用大量

的光收发模块用于内部互联。数据中心机房内部使用的光收发模块，传输距离短，工作环境较好，温度和湿度相对稳定，因此数据通信领域对光收发模块的成本、产能要求较高，往往选用成本较低的非气密封装方案。在数据中心的巨大需求下，该领域技术发展方向以低成本、高速率、可大规模交付为主。

## ②发行人产品技术先进性及市场同类产品竞争情况

随着我国 5G 建设的推进，光收发模块市场呈现快速发展趋势，行业上下游并购整合加速，国内企业的研发、工艺、交付能力不断提升，业内公司持续扩建产能，行业整体保持充分竞争的格局。

在电信传输领域，国内光收发模块厂商主要包括光迅科技、新易盛、中际旭创和发行人，国外在 2019 年开始启用 400G 传输速率产品认证，国内在 2021 年开始讨论 400G 光收发模块的 10km 和 40km 的传输解决方案，预计在 2022 年开始逐步小规模应用。同行业可比公司中，光迅科技 2021 年推出 400G CFP2 DCO 相干光收发模块产品；中际旭创 2020 年推出 200G/400G CFP2 DCO 相干光收发模块产品；新易盛 2021 年成功研发出涵盖 5G 前传、中传、回传的 100G、200G 系列光收发模块产品并实现批量交付。

发行人自成立以来专注于电信领域，技术开发紧跟电信市场的发展，由于电信市场在传输速率的基础上对于传输距离有更高的要求，所以发行人在报告期内技术不断演进，先后推出 100G CFP/CFP2 40km, 200G CFP2 40km, 100G 更小封装 QSFP28 80km, 400G 小封装 10km 产品，其中 400G 小封装 40km 产品目前已经完成实验室级验证，产品正处于样品制作过程。发行人的 100G CFP2 40km、200G 10km、200G 40km、100G 80km、400G 10km 分属不同历史时期的先进产品，具有明显的技术先进性。

目前发行人的领先产品为 100G (4×25G) 80km 产品，400G (4×100G) 10km 产品和正在开发的 400G (4×100G) 40km 产品。在非相干光收发模块领域，25G 单波速率下，100G (4×25G) 80km 产品传输距离业界领先；50G 单波速率下，200G (4×50G) 40km 产品传输距离业界领先；100G 单波速率下，400G (4×100G) 10km/40km 产品传输距离业界领先。

根据 IMT-2020（5G）推进组于 2021 年发布的《5G 承载与数据中心光模块白皮书》，公司的 100G~400G 中长距离（10km、40km、80km）光收发模块产品在行业内处于领先水平，具体如下表所示：

表 100G 10km/40km/80km 和 400G 10km/40km 代表性光收发模块厂家

种类	封装	代表性光收发模块厂家	
		气密	非气密
100G 10km (1×100G)	QSFP28	CIG、索尔思、德科立 <sup>1</sup> 、AOI <sup>1</sup> 、中际旭创 <sup>1</sup> 、光迅科技 <sup>2</sup> 、易锐光电 <sup>1</sup>	索尔思、中际旭创、新易盛、II-VI <sup>1</sup>
100G 40km (1×100G)	QSFP28	中际旭创 <sup>1</sup> 、Sifotonics <sup>1</sup> 、德科立 <sup>2</sup> 、索尔思 <sup>2</sup> 、联特科技 <sup>2</sup> 、AOI <sup>2</sup> 、易锐光电 <sup>2</sup>	-
100G 80km (4×25G)	QSFP28	德科立、华为海思、索尔思	-
400G 10km (4×100G)	QSFP-D D	SEDI、德科立 <sup>1</sup> 、中际旭创 <sup>1</sup> 、AOI <sup>2</sup> 、索尔思 <sup>2</sup>	索尔思、新易盛、CIG、II-VI、中际旭创、Molex <sup>1</sup> 、光迅科技 <sup>2</sup>
400G 40km (4×100G)	QSFP-D D	德科立 <sup>2</sup> 、中际旭创 <sup>2</sup> 、索尔思 <sup>3</sup> 、新易盛 <sup>3</sup>	-
1 表示样品阶段；2 表示研发中；3 表示规划/预研。			

注 1：IMT-2020（5G）推进组于 2013 年 2 月由我国工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部联合推动成立，是聚合移动通信领域产学研用力量、推动第五代移动通信技术研究、开展国际交流与合作的基础工作平台。目前拥有超过 50 家成员单位，涵盖国内移动通信领域产学研用主要力量；

注 2：上表中第 1、2 行的单波长 100G 产品隶属于 400G（4×100G）技术平台，较传统的使用波分复用技术的 100G（4×25G）产品，其信号带宽提升至 39G，是传统 100G 产品信号带宽的 2 倍，相应的设计要求大幅提升，技术实现难度更大。

发行人经过多年的持续技术迭代，先后开发了多透镜模斑转换技术、新型透镜增容差技术，由电路板结构设计、叠层设计、线宽设计、高频回流参考设计、板载芯片（COB）设计、高频数字芯片散热设计、防高频串扰设计、信号完整性和电源完整性仿真设计等核心技术组成的高频电路板设计，由低噪声增益控制技术、软件自动补偿技术、包含半导体光放大器在内的多有源芯片共封装技术组成的高速率中长距传输设计，铌酸锂薄膜有源封装技术、多透镜光学设计系统等。众多核心技术点的叠加形成发行人在高速率长距离产品开发的技术优势，与可比公司相比拥有一定的技术壁垒，具有先进性。

## （2）光放大器

### ①产品应用领域

发行人光放大器产品主要应用于电信市场，下游客户主要为电信设备制造商，其使用发行人光放大器在光纤通信中对光信号直接放大，以补偿光链路传输损耗，实现光纤通信系统中的全光中继长距离、高速率传输，降低光传输中的单位带宽传输成本。

发行人自成立以来二十余年间，一直专注于光放大器的研发和生产，经验丰富、技术先进、工艺稳定、质量可靠，目前已成为全球主要光放大器厂家之一。长期以来，发行人紧跟市场和客户需求，积极投入产品研发，不断拓展可用谱宽、缩小产品体积，始终处于光放大器领域的技术前沿，具备较强的技术先进性。

## **②发行人产品技术先进性及市场同类产品竞争情况**

全球光放大器市场份额较为平稳，根据 QY Research 发布的《2021 全球光放大器市场研究报告》，2021 年，全球前五及前十大光放大器厂商分别占 56.70% 及 71.13% 的市场份额，其中以 II-VI 为首的美国厂商占前十大厂商中六席，中国厂商光迅科技、德科立和昂纳信息技术占三席。由于光放大器技术壁垒较高且市场份额较为集中，预计短期内市场份额将继续保持稳定。

发行人同行业可比公司光迅科技于 2020 年推出 Super L Band EDFA，实现 L++ 波段光放大，最近几年在掺铒光纤放大器、拉曼放大器和混合光放大器的基础上，陆续推出波长再生拉曼放大器、阵列光纤放大器、可重构光纤放大器和超宽带放大器等新型光放大器产品系列。

发行人与同行业领先公司光迅科技的技术发展几乎处于同一水平，大带宽方面均已实现扩展 C Band，扩展 L Band，以及 C+L 的扩展波段产品的批量出货。发行人在小型化方面可以实现的尺寸更小，在可插拔方面兼容的端口形式更为完整。

### **(3) 光传输子系统**

#### **①超长距传输子系统**

##### **A.产品应用领域**

超长距传输子系统主要应用于电力通信系统等需跨沙漠、跨无人区、跨山脉的专网应用场景，其特点是业务容量要求较小、无中继传输距离长、低时延、高可靠

性等。

## **B.发行人产品技术先进性及市场同类产品竞争情况**

超长距传输子系统应用环境复杂、无中继传输距离长，同时对时延和可靠性要求极高，行业进入门槛高，行业内竞争者较少。发行人一直是该领域的技术引领者，具备较强的竞争优势。

国内超长距传输子系统厂商主要包括发行人和光迅科技。在发展初期，以 155M、622M、2.5G 业务为主，传输距离在 200km 以内；2010 年以后，发展为以 2.5G、10G 业务为主，传输距离逐渐延长至 300km 以上；2018 年以来，传输距离向 400km 以上发展。

根据公开资料，光迅科技主要使用独有的低速率相干技术，结合各种光放大技术从而实现超长距传输。两家公司采取了完全不同的技术路径，各自都拥有完整的核心技术，不断迭代，形成良性竞争的局面。根据光迅科技在其官方网站披露的产品信息，其超长距传输子系统已实现 400km 及以上的传输距离。

发行人超长距传输子系统，是充分利用公司在长距离光收发模块方面的技术积累，在原创的 400km 超长距光收发模块的基础上，叠加 SBS 抑制技术、低噪声光放大技术、拉曼技术、遥泵技术等光放大技术，突破了超长距离光传输系统的功率容限、色散容限、光信噪比等各种技术难点，从而实现了无中继传输 430km 的技术能力，处于行业领先地位。

## **②数据链路采集子系统**

### **A.产品应用领域**

数据链路采集子系统主要应用于信息安全、网络安全、大数据分析等应用场景，其主要功能为对核心网主干光信号进行分光放大后，传送给后端数据分析设备。

### **B.发行人产品技术先进性及市场同类产品竞争情况**

随着通信业务的快速增长，用于网络安全领域的数据链路采集子系统需求也同步增长，目前行业内主要竞争对手包括光迅科技、欣诺通信等少数厂家。发行人凭借横向整合能力形成的技术优势，以及纵向整合能力形成的成本优势，在行业竞争

中处于领先地位。

数据链路采集子系统性能指标主要以采集速率、集成度、单路功耗来衡量，目前市场主流的数据链路采集子系统采集速率为 100G，集成度为 24 路/U，单路功耗 10W。根据光迅科技官网披露的最新产品信息，光迅科技数据链路采集子系统采集速率为 100G，集成度为 36 路/U，单路功耗 5W；欣诺通信数据链路采集子系统采集速率为 100G，集成度为 8 路/U，单路功耗 5W。

公司数据链路采集子系统，采用自主设计的阵列式无源光子集成芯片，节省了传统技术使用的大量无源光器件，产品内部体积减少 90%以上，同时结合自主设计、自主封装的低功耗光放大芯片，从而实现了单个设备可支持 40 路/U 100G 信号放大，集成度远高于主流产品的 24 路/U，且单路功耗 5W，远低于主流产品的单路 10W。除了不具备芯片生产能力以外，发行人数据链路采集子系统拥有从芯片设计、芯片封测、器件封装、板卡制造到子系统设计的完整垂直设计制造能力，在产品集成度、单路功耗等多方面处于行业领先地位，具有技术先进性及较高的技术壁垒，具有技术先进性。

### ③前传子系统

#### A.产品应用领域

随着 4G、5G 建设的持续推进，前传子系统广泛应用于运营商前传领域和无线接入领域。前传子系统使用 25G/10G WDM 技术，完成前传组网，优化传输性能，提高光缆纤芯利用率，降低 5G 建设成本。

2019 年下半年，5G 建设启动，主要以 6 波 25G 10km CWDM 前传子系统为主；2020 年以来，随着 5G 建设的深入，尤其是城郊、乡镇地区的建设，对产品的要求也朝着支持更多波长、可管可控，以及长距离等方向变化，发行人 MWDM、LWDM 以及 20km~40km 长距离 5G 前传子系统应运而生。

#### B.发行人产品技术先进性及市场同类产品竞争情况

5G 建设启动后，光缆纤芯资源日趋紧张，前传子系统的需求从 2019 年开始明显增加。在 2019 年以来的 5G 建设初期，公司快速投产响应市场需求，成为市场主要参与者，但是由于行业参与者众多，市场竞争较为激烈。

国内 30 余家厂商参与竞争，主要包括发行人、迅特通信、光迅科技和欣诺通信等。前传子系统性能指标主要以传输速率、波分复用数量、波分复用形式、控制模式、传输距离来衡量，目前市场主流的前传子系统为 25G 6 波 CWDM 10km 前传子系统。根据发行人可比公司迅特通信官网披露的产品信息，在前传领域，其最新产品为 25G 12 波 MWDM 10km 前传子系统。

公司突破了非对称合解波器、边模抑制技术、全波段光放大技术、色散补偿算法、非对称色散集成器件等多种技术难点，结合自身子系统研发经验和技術沉淀，率先开发出市场急需的全系列 5G 前传子系统。波分复用形式方面，包括 CWDM、MWDM、LDWM；智能管理角度，包括无源波分和半有源波分复用系统；传输距离上，涵盖 10km、20km、40km 系列。同时，公司自主开发的 O-Band 密波光传输平台，已经完成 25G DWDM 40km 5G 前传子系统的技术开发，具备引领市场的技术实力。多种底层核心技术、完整的产品系列、领先的长距离高密度技术平台，综合形成了公司在 5G 前传子系统领域的技术先进性及较高的技术壁垒。

## 2、发行人向中兴通讯销售价格显著低于其他客户的原因及合理性

### (1) 发行人向中兴通讯销售整体单价并未低于其他客户

报告期内，发行人主要向中兴通讯销售光收发模块和光放大器产品，其整体单价对比情况如下：

单位：元/支

产品类别	客户	2021 年	2020 年	2019 年
光收发模块	中兴通讯	231.61	265.76	83.19
	其他客户	183.00	157.66	91.27
光放大器	中兴通讯	4,202.67	3,608.60	3,513.33
	其他客户	4,055.12	3,945.91	4,840.52

报告期内，发行人向中兴通讯销售产品整体单价并未显著低于其他客户，2020 年向中兴通讯销售光收发模块、2021 年向中兴通讯销售光收发模块及光放大器产品单价均高于其他客户。

发行人向中兴通讯及其他客户销售光收发模块和光放大器产品的产品结构不同，整体单价不具备可比性。发行人在《关于无锡市德科立光电子技术股份有限公

司首次公开发行股票并在科创板上市申请文件审核问询函的回复》中对其向中兴通讯销售产品单价与其他客户进行对比分析时，以传输速率及传输距离为标准，挑选了高速率光收发模块、低速率光收发模块、光放大器中，向中兴通讯和其他客户均有销售的代表性产品。由于发行人下游通信设备制造商较为集中，同时发行人产能受限，于是采取聚焦优质大客户战略，对于部分技术含量及单价均较高的高端产品，如 200G 40km 光收发模块等，发行人仅向中兴通讯销售，并未向其他客户进行销售，因此未将该部分产品纳入单价比较范围。

## (2) 发行人向中兴通讯销售部分产品价格低于其他客户的原因

发行人挑选了高速率光收发模块、低速率光收发模块、光放大器中，向中兴通讯和其他客户均有销售的代表性产品，对销售价格进行了比较，具体如下：

单位：元/支

产品名称	客户名称	2021 年	2020 年	2019 年
10G 10km 及以下光收发模块	中兴通讯	53.84	109.95	103.59
	其他客户	105.10	123.35	146.03
100G 80km 及以上光收发模块	中兴通讯	13,202.57	21,480.00	-
	其他客户	21,434.34	25,233.48	-
固定增益光放大器	中兴通讯	1,891.28	1,951.07	2,026.04
	其他客户	-	2,450.00	2,750.00

注：100G 80KM 及以上光收发模块自 2020 年起实现对外销售；2021 年固定增益光放大器未对其他客户实现销售。

### ①10G 10km 及以下光收发模块

报告期各期，公司向中兴通讯和其他客户销售的 10G 10km 及以下光收发模块按具体产品类别分析如下：

单位：万元、元/支

客户名称	产品类别	2021 年			2020 年			2019 年		
		金额	销售占比	单价	金额	销售占比	单价	金额	销售占比	单价
中兴通讯	商业级 SFP+	829.52	91.79%	51.39	50.64	16.91%	54.43	51.84	28.74%	55.18
	工业级 SFP+	70.10	7.76%	114.46	40.27	13.45%	115.52	0.06	0.04%	106.20
	商业级 XFP	4.07	0.45%	139.82	208.53	69.64%	144.38	128.50	71.23%	160.35
	合计	<b>903.68</b>	<b>100.00%</b>	<b>53.84</b>	<b>299.44</b>	<b>100.00%</b>	<b>109.95</b>	<b>180.41</b>	<b>100.00%</b>	<b>103.59</b>

其他客户	商业级 SFP+	4.86	1.26%	82.67	7.68	2.38%	92.07	6.78	1.40%	97.36
	工业级 SFP+	367.77	95.41%	104.38	251.87	77.91%	111.58	438.85	90.67%	141.85
	商业级 XFP	7.75	2.01%	154.96	62.91	19.46%	229.26	38.36	7.93%	254.22
	其他	5.09	1.32%	143.31	0.81	0.25%	145.41	-	-	-
	合计	<b>385.47</b>	<b>100.00%</b>	<b>105.10</b>	<b>323.27</b>	<b>100.00%</b>	<b>123.35</b>	<b>483.99</b>	<b>100.00%</b>	<b>146.03</b>

由上表可见，报告期各期，公司向中兴通讯销售的 10G 10km 及以下光收发模块的平均销售单价为 103.59 元/支、109.95 元/支和 53.84 元/支，较其他客户销售单价 146.03 元/支、123.35 元/支和 105.10 元/支偏低且 2021 年差异较大，主要系产品结构差异造成。公司报告期内向其他客户销售的 10G 10km 及以下产品以工业级 SFP+ 为主，销售占比分别为 90.67%、77.91% 和 95.41%，由于工业级产品技术要求较高，价格偏高，致使其他客户的整体销售单价偏高；而公司报告期内向中兴通讯销售的 10G 10km 及以下产品中，主要以商业级 SFP+、商业级 XFP 为主，销售占比分别为 99.96%、86.55% 和 92.24%，占比的变动主要系公司根据自身产能规模和成本效益情况参与中兴通讯邀请招标的中标份额情况而变化，因商业级产品工艺相对成熟，价格偏低，进而拉低中兴通讯 10G 10km 及以下光收发模块的整体销售单价。

#### A.商业级 SFP+

对于 10G 10km 及以下商业级 SFP+，公司报告期内销售给其他客户的单价分别为 97.36 元/支、92.07 元/支和 82.67 元/支，销售给中兴通讯的单价分别为 55.18 元/支、54.43 元/支和 51.39 元/支，均呈现逐年下降的趋势，主要系产品技术相对成熟稳定而带来价格有所下降。公司对中兴通讯的单价低于其他客户，主要系其他客户需求较为零星且以样品订单为主，因此价格偏高。

#### B.工业级 SFP+

对于 10G 10km 及以下工业级 SFP+，公司报告期内销售给其他客户的单价分别为 141.85 元/支、111.58 元/支和 104.38 元/支，呈逐渐下降的趋势，主要是由于其他客户对工业级 SFP+ 采购规模相对较大，为增强客户黏性，公司选择适度让利；公司对中兴通讯的单价分别为 106.20 元/支、115.52 元/支和 114.46 元/支，基本保持稳定，且与其他客户平均价格较为接近。

### C.商业级 XFP

报告期内，公司向中兴通讯销售的 10G 10km 商业级 XFP 光收发模块产品，销售单价分别为 160.35 元/支、144.38 元/支和 139.82 元/支，稳步下降。由于该款产品对抖动等方面技术要求相对较高，价格相较商业级 SFP+和工业级 SFP+产品偏高。2021 年，中兴通讯采购更多 SFP+类产品，商业级 XFP 的销量下降明显。

报告期内，公司向其他客户销售的商业级 XFP 整体规模较小，大部分为零星客户的样品订单或小批量订单，公司更具议价权，因此价格相对偏高。

#### ②100G 80km 及以上光收发模块

报告期各期，公司向中兴通讯和其他客户销售的 100G 80km 及以上光收发模块按具体产品类别分析如下：

单位：万元、元/支

客户名称	产品类别	2021 年			2020 年		
		金额	销售占比	单价	金额	销售占比	单价
中兴通讯	商业级 QSFP	4,899.08	97.88%	13,269.46	73.03	100.00%	21,480.00
	商业级 CFP2	106.01	2.12%	10,708.00	-	-	-
	合计	<b>5,005.09</b>	<b>100.00%</b>	<b>13,202.57</b>	<b>73.03</b>	<b>100.00%</b>	<b>21,480.00</b>
其他客户	商业级 QSFP	422.26	100.00%	21,434.34	10.09	100.00%	25,233.48
	合计	<b>422.26</b>	<b>100.00%</b>	<b>21,434.34</b>	<b>10.09</b>	<b>100.00%</b>	<b>25,233.48</b>

注：100G 80KM 及以上光收发模块自 2020 年起实现对外销售。

2020 年，公司向中兴通讯和其他客户销售 100G 80km 及以上光收发模块均为商业级 QSFP 产品，平均销售单价分别为 21,480.00 元/支和 25,233.48 元/支，价格差异不大，其他客户主要为零星的样品订单，因此价格偏高；2021 年公司向中兴通讯销售的 100G 80km 及以上光收发模块的平均销售单价下降较多且较其他客户差异较大，主要是由于公司当年向中兴通讯销售商业级 QSFP 数量大幅增加，价格有所下降；目前公司向其他客户销售的该类产品处于样品或小批量订单阶段，价格相对较高，后续大规模交付时，价格会逐步下降。

#### ③固定增益光放大器

报告期各期，公司向中兴通讯和其他客户销售的固定增益光放大器按具体产品类别分析如下：

单位：万元、元/支

客户名称	产品类别	2020年			2019年		
		金额	销售占比	单价	金额	销售占比	单价
中兴通讯	DWDM EDFA OBAC2220-S	1,014.95	100.00%	1,951.07	1,382.16	100.00%	2,026.04
	合计	<b>1,014.95</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,951.07</b>	<b>1,382.16</b>	<b>100.00%</b>	<b>2,026.04</b>
其他客户	EDFA 000214	0.74	100.00%	2,450.00	73.70	100.00%	2,750.00
	合计	<b>0.74</b>	<b>100.00%</b>	<b>2,450.00</b>	<b>73.70</b>	<b>100.00%</b>	<b>2,750.00</b>

注：2021年固定增益光放大器未对其他客户实现销售。

2019年和2020年，公司向其他客户销售固定增益放大器平均单价分别为2,750.00元/支和2,450.00元/支，略有下降；公司向中兴通讯销售固定增益放大器平均单价分别为2,026.04元/支和1,951.07元/支，基本保持稳定，且低于其他客户，主要系以下两点原因：一方面，发行人向中兴通讯销售的固定增益光放大器为纯光路产品，不带有复杂的电路控制系统，单价相应较低；另一方面，中兴通讯采购固定增益放大器的规模较大，2019年和2020年的采购金额分别为1,382.16万元和1,014.95万元，远超其他客户的采购规模，因此具备较强的议价能力，销售单价偏低。

报告期内，发行人向中兴通讯销售的同类型产品价格低于其他客户，价格偏差幅度随产品不同有所差异，处于合理范围。总体而言，由于中兴通讯向发行人采购金额较大，议价能力较强，因此发行人向其销售同类产品的价格低于其他客户，具有商业合理性。

### （3）发行人以先进的技术工艺及可靠的产品质量保持客户黏性

发行人经过多年持续的研究开发、技术积累和产品创新，形成了包括光收发模块、光放大器、光传输子系统在内的多元化产品体系，各类产品技术之间深度融合、相互促进，产生了较强的协同效应。发行人凭借丰富的产品结构、较快的产品开发速度、先进的技术工艺和可靠的产品质量，满足了中兴通讯多元化、全方位的产品需求。在长期稳定的合作中，发行人始终坚持大客户优先战略，集中资源为大客户提供优质的产品专业的服务，客户黏性较高。

报告期内，发行人向中兴通讯销售的光收发模块和光放大器产品均具有较强的竞争优势。在光收发模块方面，发行人深耕电信领域多年，凭借技术优势和创新能力，在高速率、长距离产品上形成了较强的竞争优势，产品性能达到国内一流水平。在光放大器方面，公司经过 20 多年的研发和生产，经验丰富、技术先进、工艺稳定、质量可靠，产品线覆盖大带宽、小型化、可插拔、阵列式、低噪声等多个系列，是全球主要光放大器厂家之一。

针对不同产品，发行人采取不同的销售策略，对于新推出产品或高端产品，比如 200G 40km 高速率长距离光收发模块等产品，客户看重企业的技术实力，价格敏感度低于成熟产品，对于此类产品，公司以产品性能及服务获取客户及订单；发行人所处通信行业技术迭代较快，具有技术先进性的新产品大规模交付后逐步成为成熟产品，对于较为成熟的产品，例如 C Band 光放大器等产品，市场竞争充分，客户对价格的敏感度高于对技术的敏感度，对于此类产品，公司适当采取低价策略以获取客户及订单。中兴通讯采购量较大且信誉良好，在上述定价策略的基础上，公司对其销售产品会适当给予一定价格优惠。

综上所述，对于部分技术含量及单价均较高的高端产品，发行人仅向中兴通讯销售，并未向其他客户进行销售，因此发行人向中兴通讯销售整体单价并未低于其他客户。中兴通讯向发行人采购金额较大，议价能力较强，因此发行人向其销售同类产品的价格低于其他客户，具有商业合理性。在市场竞争中，发行人凭借丰富的产品结构、较快的产品开发速度、先进的技术工艺、可靠的产品质量及专业的售后服务，满足客户全方位需求，以保持高度的客户黏性。

### **3、发行人业绩增速低于同行业可比公司的原因及合理性**

#### **(1) 发行人前期业绩增速低于同行业可比公司的原因**

发行人与同行业可比上市公司自设立以后的发展情况比较如下：

**图 发行人与同行业可比上市公司的营业收入情况**

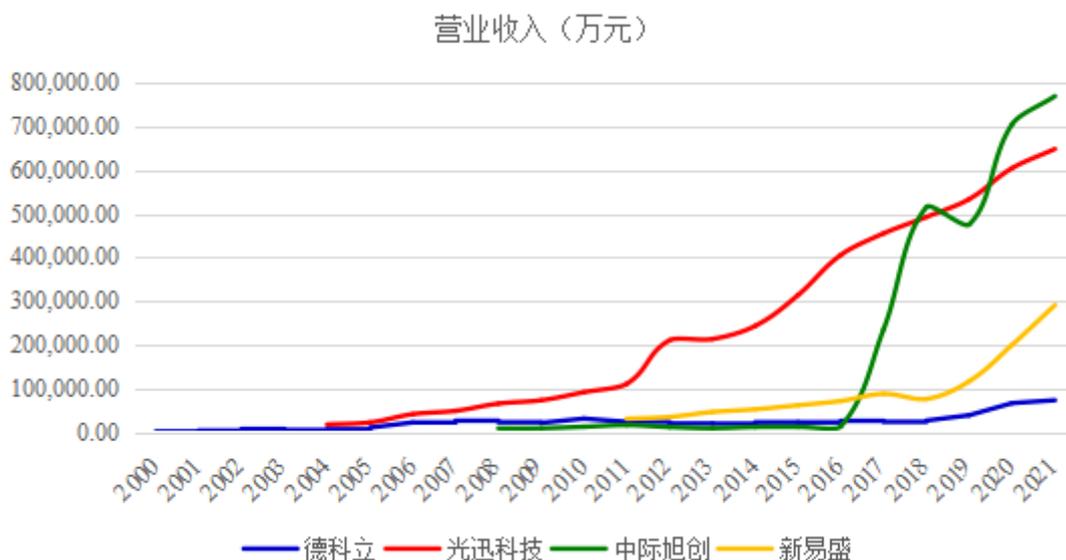
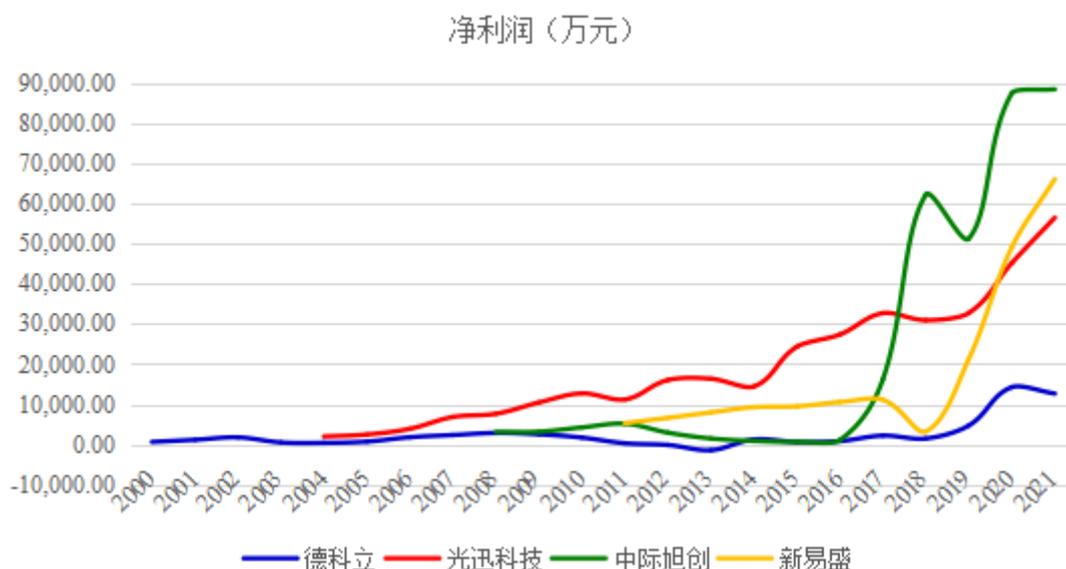


图 发行人与同行业可比上市公司的净利润情况



注 1：同行业可比上市公司的营业收入、净利润数据均来源于公开披露信息，起始年度为各家企业首次公开发行股票并上市的报告期首年度；

注 2：中际旭创原主营业务为从事电机定子绕组制造装备的研发、设计、制造、销售及服务，其于 2017 年通过发行股份购买资产方式进入光通信行业，开始从事高速光通信收发模块的研发设计与制造销售业务，其盈利能力受此业务调整驱动在 2017 年出现明显改善。

可见，发行人设立早于同行业可比公司，但收入及净利润规模、业绩增速均低于同行业可比公司，主要有以下两点原因：

①控制权的频繁变更

自发行人设立以来，控制权频繁变更，外部投资者作为实际控制人，存在异地

管理不便、投入精力不足及行业经验有所欠缺等因素，均对发行人生产经营产生了较大不利影响。发行人自设立以来共发生 3 次控制权变更，具体如下：

序号	时间	变更情况
1	2013.10	中兴通讯将其持有的中兴光电子 65.00% 的股权以 10,140.00 万元转让给中科白云
2	2016.01	中科白云、中科创投分别将其持有的中兴光电子 51.85% 及 27.92% 股权以 13,452.74 万元、7,205.70 万元转让给硕贝德控股
3	2019.05	硕贝德控股将其持有的德科立有限 40.11% 股权以 11,230.80 万元转让给泰可领科

## ②投资规模不足

2013 年之前，中兴通讯为发行人实际控制人，其将发行人定位为光收发模块、光放大器及光传输子系统的技术研发及产品生产机构，并未对公司进行大量的资金投入以扩展业务规模；中科白云、中科创投及硕贝德控股控制发行人期间，也未进行过多资金及精力投入，使得发行人在产能及业务规模扩张方面形成严重掣肘。与此同时，发行人可比公司光迅科技、中际旭创及新易盛，分别通过原始股东投入及资本市场融资等方式获取大量资金，在 2G、3G 及 4G 通信时代发展迅速。

发行人历史上控制权频繁变更及投资规模不足，均对发行人发展造成一定不利影响，但自 2019 年发行人现任实际控制人取得控制权以来，实现了发行人经营权与所有权的有效统一，发行人收入与净利润规模均快速增长。

## (2) 发行人近年来业绩增速较高

报告期各期，发行人与可比公司的营业收入和净利润增长情况如下：

单位：万元

项目	公司名称	2021 年		2020 年		2019 年	
		营业收入	增速	营业收入	增速	营业收入	增速
营业收入	光迅科技	648,630.16	7.28%	604,601.71	13.27%	533,791.57	8.30%
	中际旭创	769,540.48	9.16%	704,959.01	48.17%	475,767.70	-7.73%
	新易盛	290,837.61	45.57%	199,793.77	71.52%	116,487.37	53.28%
	发行人	<b>73,109.73</b>	<b>9.99%</b>	<b>66,470.68</b>	<b>71.57%</b>	<b>38,741.68</b>	<b>46.17%</b>
净利润	光迅科技	56,575.68	25.06%	45,239.89	38.04%	32,773.58	5.81%
	中际旭创	88,649.66	1.15%	87,642.42	70.68%	51,348.72	-17.59%
	新易盛	66,192.61	34.60%	49,175.84	131.03%	21,285.66	568.68%

	发行人	12,644.41	-11.16%	14,233.09	205.07%	4,665.49	229.55%
--	-----	-----------	---------	-----------	---------	----------	---------

注：数据来源于同行业可比公司公开信息。

报告期内，发行人业绩规模迅速扩张。2019 和 2020 年，发行人营业收入及净利润增长迅速，营业收入增速分别为 46.17% 及 71.57%，净利润增速分别为 229.55% 及 205.07%，主要系发行人紧抓 5G 通信及特高压新基建发展机遇，充分发挥技术储备深厚及客户资源丰富的竞争优势，不断推出具有市场竞争力的新产品；2021 年，发行人营业收入及净利润增速分别为 9.99% 和 -11.16%，低于可比公司，收入增速放缓主要系市场对 200G 高速率光收发模块的需求减少所致，净利润下降主要系公司 2021 年股权激励费用大幅增加所致。

目前，在国家一系列政策支持下，5G 建设加速、有线宽带需求稳步提升、数据中心投资需求持续增长，光通信行业呈现快速发展趋势，市场需求持续增加、市场空间不断扩大、应用场景日益丰富，为高速率光收发模块、光放大器及光传输子系统产品带来了广阔的发展空间。作为通信行业知名的光电子器件厂家，发行人将聚焦主营业务，以原创技术为核心，继续强化在高速率和长距离方面的技术优势，充分发挥垂直整合能力强、产品覆盖面广的既有特点，积极参与国际竞争，进一步巩固公司的市场竞争地位，扩大市场份额，进而保障公司经营业绩水平和盈利能力。

**（二）发行人芯片等原材料依赖于境外采购，核心技术主要体现在设计及封装测试环节，请进一步说明发行人的科创属性**

**1、发行人芯片等原材料依赖于境外采购，但技术先进性的实现不依赖于核心原材料**

发行人核心原材料包括光芯片、泵浦激光器、集成电路等，上述原材料均来自于对外采购。同行业可比公司中，除了光迅科技拥有 25G 以下速率光芯片的生产能力外，其他公司核心原材料也来自于对外采购。报告期内，上述核心原材料市场供应较为充足，发行人技术先进性的实现不依赖于核心原材料。上述核心原材料的市场供应情况如下：

**（1）光芯片**

光芯片是实现光通信系统中电信号和光信号之间相互转换的半导体器件。对于

传统的光收发模块，光芯片的带宽较大程度上决定了光收发模块向高速率演进的速度，除此之外，光路电路设计、芯片封测、器件封装、软件控制、制造工艺等对光收发模块性能的提升起到了关键作用。发行人在上述方面的核心技术对于保持在高速率、长距离光收发模块领域的核心竞争力起到了至关重要的作用。

目前，国内部分厂家已经具备了 25G 及以下速率光芯片批量生产的能力，市场竞争较为充分；对于 25G 以上速率的高端光芯片，市场主要由海外厂商（以美国、日本厂商为主）占据，虽然价格较高，但供应较为充足。目前发行人光芯片主要供应商包括三菱、住友、Lumentum、新飞通（Neophotonics）、Macom、博通（Avago）、SiFotonics、源杰半导体、中科光芯等，发行人具备一定的选择空间。

随着光收发模块的单波速率达到或者超过 100G，光收发模块的解决方案呈现出多样化特征，以硅基微环调制技术、铌酸锂薄膜调制技术为代表的新兴技术在未来的光收发模块发展中呈现巨大的潜力。报告期内，公司在激光器芯片、调制器芯片、光放大器芯片、无源光子集成芯片等领域进行了原创研发和布局，也取得了初步成果，基于铌酸锂薄膜调制器的 400G（4×100G）光收发模块样品已于 2021 年 9 月验证成功，为未来更高速率、更长距离光收发模块开辟新的技术路径奠定了基础。

## （2）泵浦激光器

泵浦激光器是光放大器的核心器件，能够通过电光转换给光放大器提供泵浦能量。光放大器的性能一定程度上依赖泵浦激光器，除此之外，光路电路设计、器件封装、软件控制、制造工艺等对光放大器性能的提升起到了关键作用。发行人在上述方面的核心技术对于保持在大带宽、小型化、可插拔光放大器领域的核心竞争力起到了至关重要的作用。

泵浦激光器经历了 20 余年的发展，属于较为成熟的产品，市场主要被海外厂商占据，主要供应商包括 II-VI、Lumentum、古河和安立等。上述厂家拥有多年生产研发经验，生产成本较低，质量稳定，供应较为充足。截至目前，国内供应商昂纳信息技术、度亘激光等也具备了泵浦激光器生产能力。

## （3）集成电路

发行人光收发模块、光放大器、光传输子系统中使用的集成电路以通用集成电

路芯片为主，主要包括激光器驱动芯片、信号处理芯片及 DSP 芯片等。

作为实现设计电路功能的主体，集成电路在发行人大部分产品中发挥了重要作用，但并非决定产品性能的核心因素。发行人采购的通用集成电路芯片技术壁垒较低，市场竞争较为充分，可选择的供应商较多，但是对于 400G 等高端前沿产品，其中技术壁垒较高的 DSP 芯片、激光器驱动芯片等主要依赖于海外供应商。近年来，由于新冠疫情等原因全球集成电路领域整体出现供应紧张的情况。在集成电路领域，发行人可选择的主要供应商有 Inphi、Macom、Semtech、ADI、TI 和厦门优迅等，随着光传输产业的发展，各集成电路供应商会根据下游需求推进自身的产品开发，发行人在设计阶段会基于供应商的产品介绍和具体的验证评估进行芯片设计选型。

除了光芯片、泵浦激光器、集成电路以外，还有包含激光器壳体、热沉、电路板等在内，同样是核心部件或者决定着产品性能的组件。发行人在实际的产品开发和制造过程中，设计工作贯穿始终。此外发行人的研发工作还涉及产品核心控制软件的开发，软件在产品中也扮演了核心作用，直接决定着产品是否能够正常工作。截至本回复出具日，发行人已取得 30 项计算机软件著作权。

## **2、发行人设计及封装测试环节均具备较强的技术先进性**

发行人核心技术始终贯穿于三大主营产品设计、制造和测试的全部过程，从光器件设计和制造，到光传输子系统设计和制造，先后依托于发行人在设计和封装测试的技术积累、持续研发和难点突破。

### **(1) 设计环节的技术先进性**

#### **①公司产品设计环节掌握核心技术，具有先进性**

##### **A.光收发模块**

公司光收发模块产品设计流程包含元器件选型、光路设计、电路原理图设计、电路板设计、结构设计、固件设计和工艺设计等，确保开发出满足性能、可靠性和可制造性要求的光收发模块。

光收发模块产品设计环节对应的 5 项技术均处于行业领先水平，具有先进性，具体情况如下：

序号	技术名称	专利保护	技术先进性
1	高速光学器件封装技术	已授权实用新型专利 1 项； 已受理发明专利 1 项； 已受理实用新型专利 1 项。	该技术在光学设计上采用了多种透镜组合，从而达到最佳的耦合性能，有效地提升了传输速率，实现了高速光器件的集成封装。
2	高频电路板设计技术	已授权实用新型专利 2 项； 已受理实用新型专利 1 项。	该技术为发行人的高速光收发模组研发带来了强劲的支撑，依照该电路板设计技术，即可实现高频信号的高频阻抗配合，实现良好的信号完整性，从而成功实现高速光收发模块性能。
3	高速光收发模块长距离传输技术	已授权实用新型专利 3 项； 已受理发明专利 1 项。	该技术依托于自主研发的半导体光放大器自动控制技术和软件自动补偿算法，在满足符合技术标准的高精度光功率监控的前提下，成功突破了 100Gbps 光信号在中距 40 公里和长距 80 公里的稳定传输，达到了国家“十四五规划”中重点列出的 5G 新基建所需的长距离传输需求。
4	高频仿真技术	工程技术，出于保密考虑未申请专利。	该技术实现设计前期射频传输线的简单、快速、准确的建模，缩短射频仿真周期，加快产品开发进度。
5	高频结构设计技术	已授权实用新型专利 3 项； 已授权外观设计专利 3 项。	该技术主要用于 100G、200G、400G 等光收发模块，用于满足高频电磁干扰要求、电磁辐射要求、高速光收发模组散热的结构设计要求。该技术采用多层防护的模式，使用军品级导电胶水，在恒温恒湿的万级净化环境中通过精密点胶机严格控制胶量、固化时间，达到理想的截面形状和压缩率，从而达到可靠的导电连续性，最终实现有效的电磁屏蔽和衰减。

## B.光放大器

公司光放大器产品流程包含整机设计、光路设计、电路设计、结构设计、软件开发等步骤，涉及光学、机械、电子、软件等多个学科，综合利用了公司的核心技术平台，决定了产品的技术实现路径及关键性能。

光放大器产品设计环节对应的 12 项技术均处于行业领先水平，具有先进性，具体情况如下：

序号	技术名称	专利保护	技术先进性
1	增益平坦滤波器设计技术	已授权发明专利 1 项。	该技术利用光源调节技术，在光放大器的中间级调整光源光谱，使光放大器总体增益平坦。通过总体增益谱的反馈控制，实现插损和谱线的精确调节，从而精确设计 GFF 谱线，实现大带宽内的 1dB 以内的平坦度要求。此方法相较于传统技术在输出端设计 GFF 更加准确，不涉及二次补偿光谱烧孔效应，技术领先。

2	小型化光放大器技术	已授权发明专利1项； 已授权实用新型专利7项； 已受理发明专利4项。	该技术利用小器件、定制化的合成器件，小弯曲半径光纤，可靠的盘纤工艺，以及紧凑型的电路设计，实现单波或窄带 10dBm 左右功率输出，增益 10~20dB。带电模块尺寸小于 45*15.5*9mm，纯光模块小于 35*15*5.5mm。
3	光放大器控制技术	已授权发明专利2项； 已授权实用新型专利3项； 已授权软件著作权5项； 已受理发明专利2项。	该技术在电路上利用多种自动控制手段，实现带 ASE 补偿的自动增益控制、自动功率控制、自动电流控制、自动温度控制等，控制精度 $\pm 0.2\text{dB}$ ；多种控制模式可以切换，实现上下电、上下波的瞬态控制等。本技术与其他复杂的控制技术相比，性价比较高，是经过批量产品验证的可靠技术。
4	半导体光放大器技术	已授权发明专利1项； 已授权实用新型专利3项； 已受理发明专利2项。	该技术通过系统实验，调整半导体光放大器输入输出功率以及增益特性，使 SOA 工作在线性区，系统可以无误码传输。经过优化的半导体光放大器系统，在不同控制模式下，实现 O Band 多波线性放大，主要应用于 100G 及以上长距离传输，弥补了 O Band 高速率、长距离传输的技术短板。
5	热插拔光放大器技术	已授权实用新型专利4项； 已受理发明专利3项； 已受理国际发明专利1项。	该技术基于 XFP、QSFP、CFP2、OSFP 等封装形式，参考光收发模块控制协议，实现了光放大器的热插拔功能。该技术可以实现单波、多波甚至 VGA 光放大，单波功率较低，一般在 10dBm 左右；多波 VGA 增益可调 10dB，功率可达 20dBm 以上。该技术有效推动了光放大器产品的标准化、模块化进程，节省了用户的系统开发成本，利于现场维护，深受市场欢迎。
6	阵列光放大器技术	已授权实用新型专利3项； 已受理发明专利1项。	该技术在一個光放大模块内，通过共享泵浦或者独立泵浦方式，实现了 8、16 及更多路数的独立光放大。该技术能够实现 10~25dB 增益，输出 20dBm 以上，主要应用于全光网、ROADM 系统中。
7	拉曼光放大器技术	已授权发明专利5项； 已授权实用新型专利9项； 已受理发明专利6项。	该技术利用光纤的受激拉曼散射原理，实现光信号的前置或后置拉曼放大。后置拉曼可实现 10~30dB 左右增益多波放大，增益平坦 $\leq 1.5\text{dB}$ ，噪声 $\leq 0\text{dB}$ 。拉曼光放大器包括 1 阶、2 阶、高阶以及混合拉曼等类型，主要应用于超长距光传输系统，处于业内领先水平。
8	低噪声光放大器技术	已授权发明专利1项； 已授权实用新型专利1项。	该技术利用内部光开关，把大增益范围进行分段，分段后的小增益范围通过光开关切换，可以降低小增益时内部 VOA 的插损，有效降低小增益时的噪声。另外，也可以通过控制中间接入损耗和波长的关系，减少 WDL 效应，有效减小低增益时的噪声。上述设计可以降低噪声 0.5~2dB 以上，提高了系统性能，处于业内领先水平。
9	增益可调光放大器技术	已授权实用新型专利3项； 已受理发明专利3项。	该技术优化了光放大器光路设计，采用可调衰减器补偿全程增益，结合增益平坦技术，可以实现增益调节范围 10~20dB 左右，增益平坦度小于 1dB，功率输出大于 20dBm。基于本技术的光放

			大器产品兼容多种固定增益产品,适用场景广泛,性价比高。
10	高功率光放大器技术	已授权实用新型专利 2 项。	该技术利用多模泵浦、铟镱共掺技术实现高功率光放大,具备泵浦冗余、多光口输出、自动功率控制等功能,总体输出功率可以达到 30~37dBm,适用于有线电视光网络,技术处于业内一流水平。
11	ASE 光源技术	已授权发明专利 1 项; 已授权实用新型专利 1 项。	该技术基于掺铒光纤不同的光路结构,开发出 C band、C+L Band 宽带 ASE 光源产品,该类型产品功率谱稳定性可达到常温下 $\pm 0.02\text{dB}/8\text{h}$ ,广泛应用于系统或器件测试。
12	数字控制光放大器技术	已授权发明专利 1 项。	该技术利用数字控制方式,通过高速采样及自动反馈控制,优化控制算法,实现光放大器的数字式控制、多种工作模式、瞬态控制等功能。该技术输出功率 20dBm 以上,典型情况下瞬态小于 $\pm 1\text{dB}$ ,主要应用于单波、多波光放大器产品。

### C.光传输子系统

公司光传输子系统产品设计流程除系统设计和板卡设计外,还涉及光收发模块及光放大器的定制化设计,综合利用了公司的核心技术平台,决定了产品的技术实现路径及关键性能。

光传输子系统产品设计环节对应的 10 项技术均处于行业领先水平,具有先进性,具体情况如下:

序号	技术名称	技术名称	专利保护	技术先进性
1	超长距传输子系统	长距离光收发模块技术	-	主要提升系统色散容限,通过对光收发模块发射波长及谱宽进行调制,将光谱色散容限提高到 7,200ps/nm,满足 400km 以上的传输距离。
2		受激布里渊散射抑制技术	已授权发明专利 2 项。	该技术通过对发送端光信号加载特定调制信号的方法,提高非线性阈值,抑制 SBS 效应,可显著提高系统发送端光功率,单波发送光功率最高达到 22dBm 以上,延长无中继传输距离 25km 以上,是超长距光传输子系统的核心技术之一。
3		超强编码纠错技术	已授权实用新型专利 1 项。	该技术针对超长距离的特殊性及系统指标的必要性,采用带外 EFEC 编码纠错,提升系统 OSNR 容限 10dB 左右,延长无中继传输距离达 40km 以上,是超长距光传输子系统的核心技术之一。
4		拉曼等各种光放大器技术	-	实现低噪声光功率放大。
5	数据链路采集子系统	无源光子集成芯片设计技术	-	该技术实现光子芯片的阵列刻蚀,单芯片最高可实现 8 进 32 出的非对称分

				光集成，大幅度提升系统集成度。
6		阵列光放大器技术	已授权实用新型专利3项； 已受理发明专利1项。	该技术通过共享泵浦或者独立泵浦方式，实现了8、16及更多路数的独立光放大。该技术能够实现10~25dB增益，输出20dBm以上，主要应用于全光网、ROADM系统中。
7		数据链路光放大器技术	已授权发明专利1项； 已授权实用新型专利3项； 已受理发明专利2项。	该技术通过光放大器与分光器配合设计，对现网O Band 100G光信号进行分光、放大、复制，以便于后端设备进行分析处理，具备噪声指数低、增益平坦、饱和输出功率高等技术特点。该技术主要应用于O Band的40G、100G数据链路采集子系统。
8		低功耗光放大芯片设计技术	-	针对数据链路采集项目的需求，进行低功耗光放大芯片的自主设计、自主封装，大幅度降低了系统功耗。
9	前传子系统	长距离5G前传传输技术	已授权实用新型专利2项； 已授权外观设计专利1项。	该技术通过对光模块发端光谱优化处理、对系统进行非对称色散优化设计等，提高了系统的色散容限、光功率容限和非线性容限。该技术可大大增加BBU站点的覆盖范围，降低5G建设成本，是长距离5G前传子系统的核心技术之一。
10		非对称合解波器、非对称色散集成器件和算法、全波段光放大技术	-	实现系列5G前传子系统40km以上传输能力。

## ②公司产品设计环节突破多项技术难点，拥有较高的技术壁垒

公司经过多年的持续技术迭代，围绕三大产品先后突破了光器件设计、高频电路设计、高速率长距离产品技术、宽带增益平坦滤波器设计技术和空间受限光放大器设计技术等技术难点，拥有较高的技术壁垒，具备较强科创属性。

公司三大主营产品设计环节技术难点及突破情况如下：

序号	主营产品	技术分类	技术难点	技术突破情况
1	光收发模块	光器件设计	1、激光器到单模光纤的光路容差小，所需的对准精度极高； 2、激光器与光纤的模场匹配度差； 3、激光器阻抗与外部高速信号线阻抗差异较大，对于信号质量损害极大。	1、设计特殊透镜实现了增容差技术，有效增大了光路容差，降低了制程难度； 2、设计多种透镜组合，对激光器的模斑进行变换，使其与光纤模斑匹配，从而达到最佳的耦合性能； 3、依照信号完整性要求，设计激光器热沉高速信号线的线宽和金层厚度，实现从光芯片到外部走线的阻抗匹配，同时降低高速信号线自身

				的信号损耗； 4、依托高频射频仿真及测试能力，极大地提高了产品的性能。
2		高频电路设计	1、随着传输速率越来越高，电路板信号完整性要求越来越高，高速信号线按照要求越来越细，在当前的电路板加工工艺误差之下，会导致高速信号线阻抗大幅度波动，进而导致信号质量大幅劣化； 2、传输速率越来越高带来的电磁辐射和信号串扰问题对产品性能造成极大的损害； 3、随着速率提升，光收发模块集成电路的功耗显著提升，散热已经成为制约产品开发的不可忽略的因素。	1、创新设计电路板叠层，在保证高速信号阻抗和跨多叠层信号回流设计的同时，有效加宽了高速信号线的线宽，进而有效保证了信号质量； 2、创新设计电路板结构，辅以微带线走线、板级沉铜、高频吸波材料等手段有效降低了高频信号的互相串扰； 3、通过电路板结构设计以及热仿真技术，辅以电路板通孔设计，充分降低电路板热密度，提升电路板散热能力。
3		高速率长距离产品技术	随着传输速率的提升，信号的噪声容限越来越差，传输损耗也随着传输距离的提升越来越高，导致整体传输的链路预算不断提高，如果要保证传输灵敏度，不仅要处理噪声受限的问题，还需要处理增益受限的问题。	设计使用半导体光放大技术、微机械 VOA 技术、低噪声增益控制技术，在压低信号噪声的同时提升了传输功率，有效解决了传输增益不够的问题，同时通过激光器设计，优化发射端高速信号性能，提升信噪比，从而解决噪声受限的问题。
4		宽带增益平坦滤波器设计技术	增益光谱需要补偿来实现由于谱烧孔导致的增益偏差。一般传统的补偿是通过后期凭经验和测试反复进行，补偿不准确，补偿精度是技术难点。	发行人采用中间接入可调光源方式，该方式可以通过实时反馈控制来实现 GFF 设计，突破了传统设计方式，无需后期补偿即可实现高精度的增益平坦滤波器光谱。所有 GFF 设计精度可控制在 $\pm 0.1\text{dB}$ ，甚至更高，成品产品的增益平坦（不含斜度）一般小于 1dB，高性能可以小于 0.5dB。此种设计方式是公司的专利技术。
5	光放大器	空间受限光放大器设计技术	1、光纤弯曲损耗和可靠性。空间受限导致光纤弯曲半径变小，光路损耗变大，甚至引起光纤断裂； 2、小型化器件。光器件占用很多空间，需要提高器件集成度并减小体积，同时保证光学性能； 3、结构优化。如何充分利用有限的空间，容纳下光路、电路器件，实现批量生产，是难点之一； 4、生产工艺。内部空间小，整个工艺控制对光放大器良率、性能和可靠性非常重要；	1、光纤抗弯曲。创新细径光纤熔接工艺，实现 80um 等特殊光纤在产品中的应用，有效改善了光纤弯曲损耗； 2、器件设计方面，根据不同应用场合，设计集成多种功能的合成器件，实现功能复用，开发不同直径的光纤转换及不同模场转换器件，达到降低损耗，减少尺寸的目的； 3、结构设计充分利用内部空间。不仅考虑了光路、电路器件安装排布，还优化了盘纤空间以及散热要求等，内部空间优化利用，充分体现了公司的设计能力； 4、生产工艺。开发整套小空间生产专用工装夹具，在生产过程中避免光纤受伤和受压，保障了小型化产品的大规模生产能力和产品可靠性；

			5、功能控制。电路板尺寸有限，如何在小空间内保证电路控制功能，也是难点。	5、功能控制。开发了小型化电路控制平台，可以实现多种工作模式、在线升级等。
6	光传输子系统	非对称无源光子集成芯片技术	数据链路需要采集的端口数量巨大且较为集中，需要数据链路采集子系统持续提高集成度。采集过程中，两级非对称分光需要大量的无源光器件，进行熔接、盘纤和固胶。	发行人采用自主设计的非对称无源光子集成芯片，将多路分光器件集成到一个芯片上，再进行耦合，节省了大量无源器件，完全不需要使用熔接、盘纤和固胶等传统工艺，产品内部体积减小了90%以上。
7		系统光功率容量提升技术	传输距离越长，需要提高发送光功率，但是非线性效应抑制了发送光功率的提升；同时也需要提升接收灵敏度，因此小信号光的接收、放大、判决成为限制传输距离的关键因素。	超长距传输子系统方面： 发行人采用自主研发的SBS非线性抑制技术，将入纤光功率的非线性阈值大幅度提升，结合光放大技术、前向拉曼放大技术，有效提高系统发送端光功率；采用FEC技术、拉曼技术、遥泵技术、混合放大技术有效提升接收灵敏度； 前传子系统方面： 采用自主设计制造的非对称合解波器、全波段光放大器实现了5G前传子系统40km传输距离的突破。
8		系统色散容限提升技术	长距离传输需要大幅度提升系统的色散容限或进行色散补偿。大幅度提升光信号的色散容限，会导致非线性阈值的降低，如何同时提升色散容限和非线性阈值，成为长距离传输的核心难题。	发行人自主研发的400km超长距光收发模块，内部结合SBS非线性抑制技术，在色散容限超过400km的同时，仍然能够满足发送光功率的需要，400km传输无须再进行色散补偿，是发行人独有技术之一。

## (2) 封装测试环节的技术先进性

### ①公司产品封装测试环节掌握核心技术，具有先进性

#### A.光收发模块

公司光收发模块产品封装测试包含芯片封测、器件封装和模块调测3项流程，上述测试流程情况如下：

序号	封装测试流程	流程简介
1	芯片封测	包含固晶焊接、金线键合、测试等步骤，此过程按照设计要求和生产工艺规范，把各种原材料和光芯片集成为光器件半成品。
2	器件封装	包含光组件耦合、快速温变、光组件检验等步骤，此过程最终产出可以用于模块的光器件产品。
3	模块调测	包含常温调测、高温调测、低温调测、老化、终测等步骤，此过程调试、测试模块的关键性能指标，使产品符合相关性能和质量要求。

光收发模块产品封装测试环节对应的4项技术均系行业主流技术水平，2项技术系自主设计研发的系统和设备平台，具有原创性和技术先进性，具体情况如下：

序号	技术名称	专利保护	技术先进性
1	高速光学器件封装技术	已授权实用新型专利 1 项； 已受理发明专利 1 项； 已受理实用新型专利 1 项。	该技术在达到最佳的耦合性能,有效地提升传输速率的基础上,通过对光学胶、导热胶、合金焊料的选择,固化、焊接等工艺的控制确保充分发挥光芯片的效能,并保证其可靠性。
2	高频仿真技术	工程技术,出于保密考虑未申请专利。	该技术通过对金丝键合线的直径、长度、弧度、同一焊盘上金丝键合线的数量等方面进行仿真和验证,有效保证金丝互连结构的高频性能,可实现设计前期射频传输线的简单、快速、准确的建模,缩短射频仿真周期,加快产品开发进度。
3	生产制造信息管理系统技术	-	实现组装工序信息化管理
4	自制工装夹具技术	-	实现工艺优化,提高质量和效率
5	高速激光发射模组和激光接收模组生产工艺平台技术	已授权实用新型专利 4 项； 已授权软件著作权 4 项。	该技术为公司自有知识产权的先进制造技术,用于实现高速激光发射模组和激光接收模组的平台化、简单化、可控化的生产制造。整个先进制造技术包含 CWDM 耦合软件系统、基于 MWDM 的 OAM 测试系统、多功能 OSA 控制系统软件等。
6	高速光收发模块生产工艺平台技术	已授权实用新型专利 9 项； 已授权软件著作权 6 项； 已受理发明专利 2 项； 已受理实用新型专利 3 项。	该技术用于实现高速光收发模块的平台化、简单化、可控化的生产制造。整个制造技术包含自动测试装置统一部署软件技术、生产数据平台管理技术、制造流程管理与执行系统、生产指标设计系统、研发辅助调测平台技术、老化监控系统和 ERP 辅助系统等。该技术显著提高了模组的复用性,缩短了软件开发周期,加快了产品导入进度,整个自动化软件系统具有高复用性、低耦合性、高鲁棒性等特点。

## B.光放大器

公司光放大器产品封装测试包含光电调测和整机测试 2 项流程,测试流程情况如下:

序号	封装测试流程	流程简介
1	光电调测	包含光电联调、光路测试、整机装配等步骤。此过程按照设计要求和生产工艺规范,校准和配置各种产品参数,使产品符合生产内控要求。
2	整机测试	包含老化、整机测试、瞬态及稳定性测试等步骤。此过程测试产品整体的光学、机械、电子性能,使产品符合质量标准。

产品封装测试环节对应的 5 项设备及系统技术,均系发行人自主设计研发的系统和设备平台,具有原创性和技术先进性,具体情况如下:

序号	技术名称	技术先进性
1	自制工装夹具技术	实现工艺优化，提高质量和效率
2	自制测试设备	实现测试设备自主更新换代
3	自动调测系统技术	实现调测自动化
4	生产制造信息管理系统技术	实现组装工序信息化管理
5	自动测试系统技术	实现自动化测试，提高效率

### C.光传输子系统

公司光传输子系统产品测试流程包括老化、整机系统测试等步骤，完成各种子系统出厂测试。

光传输子系统产品封装测试环节对应的 3 项测试系统，均系发行人自主设计研发，具有原创性和技术先进性，具体情况如下：

序号	技术名称	技术先进性
1	超长距传输测试系统	按不同项目要求，模拟长距离传输环境，进行系统功率容限、色散容限、光信噪比等各项指标进行测试、记录和分析，调试网管软件，保障系统满足设计要求
2	数据链路采集测试系统	主要进行系统灵敏度、饱和输出测试，由于集成度高，测试量大，主要采用自主开发的外延法自动化测试软件，提升测试效率
3	5G 前传测试系统	由于 5G 前传子系统的实际应用环境主要处于野外，温度、湿度变化较大，除常规老化测试以外，还需要进行系统不同距离的功率容限、色散容限测试，同时发行人独创的模拟野外环境，进行温度代价的测试方法，为产品广泛应用于各种复杂环境，提供了有力保障

### ②公司产品封装测试环节突破多项技术难点，自主开发研制了多套测试系统和设备平台

公司经过多年的持续技术迭代和自主研发，围绕三大产品先后突破了多芯片共封装技术、薄膜调制器封装技术等技术难点。公司自主开发、制作了多套测试系统和设备平台，具有原创性和技术先进性。

#### A.公司三大主营产品封装环节技术难点及突破情况如下：

序号	技术分类	技术难点	技术突破情况
1	多芯片共封装技术	1、多芯片共封装对芯片的贴片精度要求非常高，对贴片设备提出了极高的精度	1、设计特殊透镜实现了增容差技术，有效增大了光路容差，降低了制程难度；

		要求； 2、多芯片共封装对集成度要求高，要在有限的空间中放置大量的光电元件，设计空间受限； 3、不同光芯片的模场匹配问题。	2、通过采用微小光学技术，缩小了光学元件的尺寸，在有限空间内实现了半导体光放大器芯片和光电接收芯片的共封装； 3、设计多种透镜组合，对激光器的模斑进行变换，使其与光纤模斑匹配，从而达到最佳的耦合性能。
2	薄膜调制器封装技术	1、激光光源与薄膜调制器的耦合效率低，从而损耗大； 2、传统薄膜调制器尺寸大，不利于小型化设计。	1、通过优化激光器模斑、调制器模斑以及模斑透镜的设计优化，实现了模斑匹配，极大的提高了耦合效率，减小了损耗； 2、改进调制器芯片设计，开发小型化薄膜调制器技术，极大地减小了封装尺寸。
3	非对称无源光子集成芯片技术	数据链路需要采集的端口数量巨大且较为集中，需要数据链路采集子系统持续提高集成度。采集过程中，两级非对称分光需要大量的无源光器件，进行熔接、盘纤和固胶。	发行人采用自主设计的非对称无源光子集成芯片，将多路分光器件集成到一个芯片上，再进行耦合，节省了大量无源器件，完全不需要使用熔接、盘纤和固胶等传统工艺，产品内部体积减小了 90%以上。
4	低功耗系统设计技术	数据链路采集分光带来的功率损耗，需要用光放大器进行弥补，但大量光放大器集中使用会带来功耗和散热难题，影响系统的性能和使用寿命。	发行人采用自主设计的低功耗光放大芯片，结合无源光子集成芯片，实现了单个设备可支持 40 路/U 100G 信号放大，且单路功耗不超过 5W。
5	色散代价抑制技术	5G 前传波分系统，波长从 1270nm~1370nm，涵盖带宽超过 100nm。如何做到每个波长的传输能力同时提升，是产品面临的技术难题。	采用边模抑制技术、色散补偿算法、非对称色散集成器件，将所有波长的色散代价控制到 2dB 以内，实现了 5G 前传子系统 40km 传输色散容限的突破。

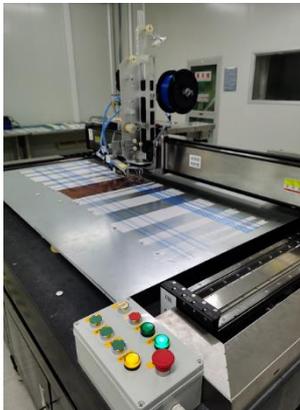
## B.公司自制测试设备平台

基于发行人在光通信领域二十余年技术和经验的积累，凭借技术优势和创新的能力，发行人自主研发了自动化生产测试平台的设计制造技术，已授权发明专利 2 项、实用新型专利 14 项及软件著作权 13 项，具备自主开发自动化测试设备和自动化生产设备的能力。

发行人未来将继续加大先进制造及自动化领域的研发投入，优化产品制造工艺，提高生产效率，降低生产成本并提高交付的及时性，逐步实现规模效应，有效降低

成本，提升产品的市场竞争力，具有较强的科创属性。

发行人自制测试设备平台代表性产品的技术先进性及突破情况如下：

序号	设备名称	设备图片	技术先进性及突破情况
1	高速率误码测试设备		<p>1、支持从 10G 到 400G 的速率，支持 NRZ 和 PAM4 信号调制方式，支持多种 PRBS 伪随机和自定义信号码型；</p> <p>2、高度集成化，除了信号发生和误码检测功能，还集成了光功率计、光衰减器和光开关等功能单元，而且无需昂贵且连接复杂的高频电缆即可支持多种类型的光收发模块，包括 SFP+/QSFP28/QSFP-DD/CFP/CFP2 等；</p> <p>3、完整的可编程接口和二次开发软件包，方便与其他设备集成，实现多种光收发模块的全自动化并行测试。</p>
2	多通道高低温测试和老化设备		<p>1、测试效率高。设备采用多组 TEC 电制冷芯片叠加的方式实现加热和制冷，辅以优良的隔热保温结构设计，以及高效的水冷降温循环系统，可以在几分钟内实现温度从-45℃至 85℃的快速切换，极大提高了生产效率，是普通温箱测试速度的几倍到十几倍，而整机功耗却不到一半；</p> <p>2、可靠性高、使用便利。设备设计上采用了上下相对活动的机构，利用凸轮的旋转行程差，实现对待测模块的压紧和释放，以便测试时可靠接触导热。该机构可同时通过手动和步进电机根据模块测试状态自动开启和闭合，极大提高了可靠性和便利性；</p> <p>3、应用场景丰富，自动化程度高。开发了多种系列，有便携可移动的桌面型，也有高容量的箱型；同时研发的自动化辅助测试系统，由机械臂和自动机构完成包括上下料，插拔光纤，插拔模块等在内的重复性劳动，既减少了对人工的依赖，也保证了产品工艺的一致性，提升了产品的直通率和质量。</p>
3	自动布纤设备		<p>1、布纤容量大。设备采用密集光纤走线机构及优化算法，可实现光交叉（OXC）背板 1000 余根的光纤自动连接；</p> <p>2、布纤效率高。设备采用送纤速度调节机构及算法、微米级精密多轴联动控制技术，可以实现大于 30mm/s 的布纤速度，约十几个小时完成一套光背板布纤，而人工需要大约一周时间才可以完成；</p> <p>3、布纤工艺可靠性高。工艺上只有盘纤和组装接头，光纤连接不需要进行熔接，光纤的微米级出纤、布设的全流程自动精准控制保证了布纤的可靠性和一致性。</p>

综上，结合技术积累、先进性、难点突破和自制设备情况，发行人核心技术始

终贯穿于三大主营产品设计和制造的全部过程，拥有技术壁垒，具备较强科创属性。

### **3、发行人符合科创板支持方向，具有较强科创属性**

#### **(1) 发行人符合国家科技创新战略**

发行人是光通信行业中为数不多的同时具备产业链横向和纵向综合整合能力的高新技术企业，主营产品横跨光收发模块、光放大器、光传输子系统三大重要领域。根据《上海证券交易所科创板企业上市推荐指引》，公司属于新一代信息技术企业；根据《战略性新兴产业分类(2018)》，公司业务属于“新一代信息技术产业”中的“1.2.1 新型电子元器件及设备制造”之“3976 光电子器件制造”；根据国家发改委《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录(2016版)》，公司产品属于“1 新一代信息技术产业”之“1.1 下一代信息网络产业”之“1.1.1 网络设备”之“光通信设备”。

发行人光收发模块相关产品与工信部发布的《中国光电子器件产业技术发展路线图(2018-2022年)》中的重点产品及关键性能指标相契合，属于其明确鼓励支持的范围。

发行人光放大器相关产品与工信部、中国电信和中国联通研究院发布的《“双千兆”网络协同发展行动计划(2021-2023年)》《中国电信全光网2.0技术白皮书》《云时代的全光底座白皮书》中的重点产品及关键性能指标相契合，属于其明确鼓励支持的范围。

发行人光传输子系统相关产品与工信部、IMT-2020(5G)推进组等权威机构发布的《信息通信行业发展规划(2016-2020年)》《IMT-2020(5G)推进组5G承载需求白皮书》等文件中的重点产品及关键性能指标相契合，属于其明确鼓励支持的范围。

综上，发行人行业属性符合科创板定位。发行人主要产品与工信部、中国电信、中国联通研究院等部门或机构发布的文件中的重点产品及关键性能指标契合，属于国家政策明确鼓励支持的范围，符合国家科技创新战略。

#### **(2) 拥有先进技术及核心产品**

发行人经过长期的发展，形成了光收发模块、光放大器、光传输子系统三大产

品体系，主营业务在技术领域和市场领域形成了相互促进的良性发展态势。2000 年成立当年，就成功开发出当时国内领先的 EDFA 产品，2002 年即已成功开发出 2.5G 光收发模块，在光放大器和光收发模块二十余年的长期研发过程中，积累了大量核心技术，极大提升了光传输子系统的研发能力。发行人拥有的先进技术及核心产品情况如下：

### **A.光收发模块**

发行人于 2019 年底率先完成 200G 10km 和 40km 的产品开发并小批量出货，2020 年实现批量出货，有效支持了国内 5G 回传网络的建设。

发行人在 2020 年第四季度率先完成了 100G 80km QSFP28 小尺寸封装的产品开发，成功推出了 100G 80km 非相干光收发模块产品，并于 2021 年实现批量出货，将 100G 非相干调制的传输能力从 40km 成功提升到 80km，替代了传统的 100G 80km 相干光收发模块，有效降低了网络建设费用。

2021 年，发行人电信级气密封装 400G LR4（10km）和 100G LR1（10km）实现了样品测试，同时电信级气密封装 400G 和 100G 单波长 40km 的产品方案已经得到客户认可，目前已经完成样品开发，预计 2022 年实现批量生产。

上述产品均属于电信级高速率、长距离光收发模块产品，处于行业尖端水平，领先于同行业可比公司。

同时，基于自身技术积累，发行人积极开展相干光器件的原创性研发工作，集成可调窄线宽激光器、铌酸锂薄膜调制方式的相干发射器件、光放大器件、相干接收器件的研发均已取得初步成果。发行人预计在 2022 年下半年实现 100G 和 200G 相干光收发模块的批量生产，2023 年推出 1.2T 相干光收发模块。

### **B.光放大器**

公司大带宽光放大器，包括掺铒光纤放大器、拉曼光放大器等，放大带宽除了常规的 C Band 之外，还包括扩展 C Band，扩展 L Band，以及 C+L 的扩展波段，此外，S Band 和 U Band 光放大器也在预研中。发行人大带宽光放大器紧跟市场和客户需求，与同行业可比公司推出时间相近，例如 2019 年量产的 C++ Band EDFA，目前

正在开发的 L++ Band EDFA。

公司小型化光放大器，包括模块式、托盘式等，主要利用小型器件、组合型器件、小弯曲半径光纤以及精湛的工艺设计，减小了产品尺寸。公司 2008 年率先批量出货 Half MSA（70\*45\*15mm）产品，2010 年主持起草中国通信标准化协会的“小型化掺铒光纤放大器技术条件”，2016 年主持起草的“小型化掺铒光纤放大器”标准（YD/T 3025-2016）正式发布。公司小型化光放大器一直具有较强的竞争力，目前最小尺寸可达 35\*12\*5.5mm，处于业内领先水平。

公司可插拔光放大器，利用光收发模块的结构、电气接口、协议进行兼容设计，可以匹配 XFP、SFP、CFP2 以及 QSFP 等各种可插拔端口。公司 2016 年率先推出可插拔光放大器，在行业内处于领先水平。

公司阵列式光放大器，是指在一个模块内，通过共享泵浦或者独立泵浦方式，实现多路信号并列放大的光放大器。共享泵浦方式下，各路放大器同时工作，独立泵浦方式下，各路放大器可以单独控制。公司早在 2010 年就率先开发了 8 路共享泵浦阵列式光放大器，领先于同行业可比公司。2016 年以来，公司开发了 16 路阵列式光放大器，与同行业可比公司推出时间相近。

公司低噪声光放大器，包括混合光放大器和增益可调可切换光放大器等。混合光放大器是利用拉曼光放大器的低噪声和掺铒光纤放大器的高功率，进行混合放大，在实现高功率的同时显著降低了整体噪声。增益可调可切换光放大器能够对大增益范围进行分段控制，显著降低了低增益时的噪声。早在 2004 年，公司就已经率先研发出低噪声光放大器。此后，公司对低噪声产品持续进行优化，并广泛应用于电信骨干网以及电力通信系统的超长距传输子系统。

## **C.光传输子系统**

### **a.超长距传输子系统**

发行人一直是超长距传输子系统的技术引领者。公司先后成功开发广电网超长距传输、电力超长距传输、光线路保护等光传输子系统产品，承担 863 项目“WDM 超长距离光传输技术的研究与实现”，“WDM 超长距离光传输设备项目”获国家科技进步二等奖。发行人在承担项目和长期自主研发过程中，掌握了大量与长距离传

输相关的核心技术，持续进行技术迭代，其中单跨距达到 430km 的超长距传输子系统处于全球领先地位，并得到大规模商用。

发行人超长距传输子系统在电力通信系统中的部分应用案例如下：



其中，2018 年底竣工的“昌吉—古泉±1100 千伏特高压直流输电线路工程”，是世界上电压等级最高、输送容量最大、输送距离最远、技术水平最先进的特高压输电工程。该项目全部使用发行人超长距传输子系统，线路全长 3,300km，最大无中继段落 416km，处于全球领先水平。

2021 年建成投运的“阿里与藏中电网联网工程”，是迄今为止世界上海拔最高、最具挑战性的输变电工程，也是继青藏联网、川藏联网、藏中联网之后，发行人超长距传输子系统的又一标志性工程。

#### b. 数据链路采集子系统

2011 年，发行人成功开发出以阵列式 EDFA 为核心的数据链路采集子系统产品，1U 可支持 8 路信号放大，为业界首创，引领 40G 细分市场。

随着数据链路采集速率从 40G 向 100G 过渡，2015 年，发行人率先成功研发出

100G 数据链路采集子系统产品，集成度为 24 路/U，单路功耗 10W，产品集成度当时领先于同行业，目前仍然是行业主流产品。

2019 年，发行人成功研制出高密度低功耗 100G SOA 光放大设备，利用高紧凑结构和低功耗激光器，单个设备可支持 1U 40 路 100G 信号放大，集成度远高于主流产品的 1U 24 路，且单路功耗 5W，远低于主流产品的单路 10W。

2021 年，发行人成功开发出三合一集成式分光放大单板，将分光、放大、探测等功能高度集成于单块功能板卡，实现了高密度、智能化，是未来数据链路采集产品的主要发展方向。此外，发行人率先成功开发出 200G 数据链路采集子系统，处于行业领先水平，目前未见其他厂商推出此类产品。

### c.前传子系统

2019 年起，发行人研发生产的 6×25G CWDM 无源波分前传子系统设备连续中标并批量出货，大规模应用于 5G 基站建设。

2020 至 2021 年，发行人成功开发了 CWDM 半有源 5G 前传子系统、MWDM 5G 前传子系统、LWDM 5G 前传子系统等系列 5G 前传子系统。其中 MWDM 5G 前传子系统首批通过中国移动研究院测试认证，LWDM 5G 前传子系统为业界首个推出的带调顶功能的产品，均处于行业领先水平，具备先进性和前瞻性。

2021 年，发行人率先推出了低成本 20km~40km 长距离 5G 前传子系统系列产品，为业界首创，目前未见其他厂商推出此类产品。

综上，公司拥有光收发模块、光放大器、光传输子系统三大核心产品，核心技术达到行业领先水平，具有先进性。

## **(3) 科技创新能力及科技成果转化能力**

### **A.科技创新能力**

发行人通过二十余年的行业经验积累，对行业发展具有深刻的认识，熟悉行业发展周期，对行业动态和市场走向具有敏锐的洞察力。在此基础上，发行人建立了光收发模块、光放大器、光传输子系统三大技术平台，形成以高速率、长距离、模块化为主要特点的核心技术，拥有江苏省省级工程技术研究中心、江苏省省级企业

技术中心、无锡国家高新技术产业开发区博士后科研工作站企业分站，并与江苏省产业技术研究院共同建设了联合创新中心。发行人完善的研发架构为公司研发活动提供了良好平台，培养了核心研发团队，技术不断迭代创新。

发行人拥有一支人员素质高、稳定性强的研发人才队伍，形成了包含市场调研、需求分析、技术研究、产品开发、生产制造、产品测试、系统集成等各个环节的研发体系。截至报告期末，发行人拥有 121 名研发人员，占公司人员总数的 19.67%，在公司任职 10 年以上的研发人员超过 20 人，高素质的稳定研发团队是公司持续科技创新的基础。

综上，发行人拥有技术素质较高的研发团队，构建了高效的研发体系，形成了显著的科技创新能力。

## **B.科技成果转化能力**

发行人深耕光通信传输行业，坚持自主创新，聚焦光收发模块、光放大器和光传输子系统产品。围绕三大主营产品形成了 30 项核心技术，发行人拥有授权专利 127 项，其中发明专利 20 项；拥有计算机软件著作权 31 项，主持和参与制定行业标准 27 项。

凭借长期的技术积累，发行人陆续承担了国家级火炬计划项目、国家高技术产业化示范工程、863 项目、省级重大科技成果转化等项目 10 余项，“WDM 超长距离光传输设备项目”荣获国家科学技术进步二等奖，“超长跨距光传输系统五阶非线性性和四阶色散智能补偿技术及其应用”荣获江苏信息通信行业科学技术一等奖，参与起草的《40Gbit/s/100Gbit/s 强度调制可插拔光收发合一模块》等 8 项行业标准获得中国通信标准化协会颁布的科学技术一等奖。研发团队中，李现勤博士主持起草了《YD/T 3025-2016 小型化掺铒光纤放大器》国家通信行业标准。

公司营业收入主要来自核心技术产品的销售收入。报告期内，公司主营业务收入分别为 38,688.30 万元、66,358.40 万元和 72,836.35 万元，复合增长率为 37.37%，营业收入规模快速增长；净利润分别为 4,665.49 万元、14,233.09 万元和 12,644.41 万元，复合增长率为 64.63%，体现出了较强的成长性与成果转化能力。

综上，公司高度重视科技成果与产业的融合，凭借较高的技术水平及产品性能，

形成并获得了多项专利技术和奖项，实现了研发技术的产业化落地，具备较强的科研成果转化能力。

#### (4) 发行人行业地位突出，市场认可度高

二十余年来，发行人深刻洞察行业发展动态和市场需求变化，通过自主研发和技术创新，建立了光收发模块、光放大器、光传输子系统三大技术平台，形成以“高速率、长距离、模块化”为主要特点的核心技术，具备“芯片封测—器件封装—模块制造—光传输子系统”的垂直设计制造能力，持续为客户提供可靠性高、可适应性强的光电子器件产品，拥有较为突出的市场地位。

##### A.光收发模块

根据 FROST&SULLIVAN 的《光模块行业市场独立研究报告》，中国的光收发模块市场份额集中于头部厂商，前十的厂家在市场中的地位相对稳定。2020 年全球光收发模块市场接近 400 亿元，根据上述研究报告并参考相关公司披露的数据，以销售收入计算，2020 年中国光收发模块制造排名前 10 位的企业及市场占有率情况具体如下，发行人位列第十：

单位：亿元

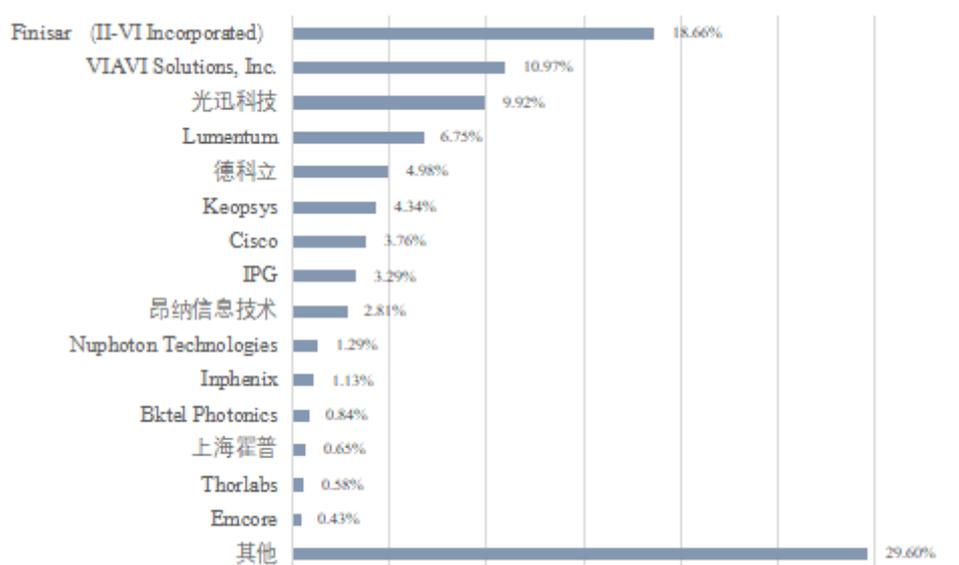
排名	公司名称	股票代码	主要光收发模块产品	光收发模块收入	市场份额
1	中际旭创	300308.SZ	应用于电信和数通领域的各型号光收发模块，且以数据中心产品为主	66.7	17.00%
2	光迅科技	002281.SZ	应用于电信和数通领域的各型号光收发模块，且以电信产品为主	30.1	7.67%
3	海信宽带	暂未上市	应用于电信和数通领域的各型号光收发模块，且以电信产品为主	30.0	7.65%
4	华工科技	000988.SZ	应用于电信的 10G/25G 光收发模块	21.0	5.35%
5	新易盛	300502.SZ	应用于电信和数通领域的各型号光收发模块	19.7	5.02%
6	索尔思	已被华西股份(000936.SZ)收购	应用于电信和数通领域的各型号光收发模块	15.2	3.87%
7	联特科技	暂未上市	应用于电信和数通领域的中高速收发光收发模块	5.1	1.30%

8	博创科技	300548.SZ	应用于电信和数通领域的各型号光收发模块	4.8	1.22%
9	剑桥科技	603083.SH	应用于电信和数通领域的中高速光收发模块	4.7	1.20%
10	德科立	暂未上市	应用于电信和数通领域的各型号光收发模块	3.1	0.80%

## B.光放大器

根据 QY Research 《Global Optical Amplifiers Market Research report 2021》报告，2020 年全球光放大器市场规模为 9.12 亿美元，预计到 2027 年底将增长至 15.81 亿美元，2021 年至 2027 年年均复合增长率约为 7.83%。目前全球成规模的光放大器厂家大约 15 家左右，2020 年发行人处于全球第五、国内第二位。

图 2020 年全球光放大器市场份额情况



## C.光传输子系统

超长距传输子系统技术壁垒较高，目前主流厂商仅有发行人及光迅科技两家。发行人的超长距传输子系统设备具备自主知识产权和专利保护，主流产品参数与光迅科技产品处于同一水平，部分高端产品处于领先地位。发行人在超长距传输子系统市场具有较强的竞争力。

在数据链路采集子系统领域，报告期内发行人积极参与运营商项目并持续中标。根据三大电信运营商公开招标统计，发行人报告期内数据链路采集子系统中标金额

占招标总额的 50%左右。数据链路采集子系统同行业竞争公司包括光迅科技、欣诺通信等。

前传子系统市场竞争较为激烈，国内 30 余家厂商参与竞争，主要包括迅特通信、光迅科技和欣诺通信等。根据三大电信运营商公开招标统计，发行人 2021 年前传子系统中标金额占招标总额的 7%左右。

综上所述，发行人符合国家科技创新战略，拥有先进技术及核心产品，具备科技创新能力及科技成果转化能力，行业地位突出且市场认可度高，符合科创板支持方向，具备较强的科创属性。

## 二、中介机构核查情况

### （一）核查程序

申报会计师履行了以下核查程序：

1、访谈发行人管理层及核心技术人员，查阅行业研究报告等公开披露信息，了解发行人产品应用领域、技术先进性、市场同类产品竞争情况；

2、查阅同行业可比公司的定期报告、行业研究报告等公开披露信息，了解同行业可比公司对应产品、技术的发展情况以及业绩变化情况，与发行人进行对比分析；

3、获取发行人报告期各期销售明细，按客户进行产品单价的统计和分析，将中兴通讯同类产品销售单价与其他客户进行对比，分析单价差异的商业合理性；

4、访谈发行人管理层及采购部负责人，了解公司报告期各期核心原材料主要境外供应商的基本情况、采购情况及其变化的原因和进口替代等，分析公司是否对主要境外供应商存在依赖以及降低依赖的具体措施；

5、访谈发行人管理层，了解发行人三种主要产品的生产过程、核心技术在其中发挥的作用、核心技术在设计及封装测试环节中的体现，分析发行人是否具备足够科创属性；

6、查阅工信部等部门或机构发布的文件，结合发行人产品类型及关键性能指标，分析发行人产品是否属于国家政策明确鼓励支持的范围，是否符合国家科技创新战略；

7、访谈发行人管理层及核心技术人员，查阅行业研究报告等公开披露信息，分析发行人是否拥有先进技术及核心产品，了解发行人行业地位及市场认可度；

8、访谈发行人管理层，获取核心产品销售情况，查阅发行人专利及行业技术标准制定情况，分析发行人是否具备科技创新能力及科技成果转化能力。

## （二）核查意见

经核查，申报会计师认为：

1、发行人光收发模块、光放大器、数据链路采集子系统、前传子系统产品主要应用于电信市场，超长距传输子系统主要应用于电力通信，均具备较强的技术先进性；

2、发行人向中兴通讯销售整体单价并未低于其他客户；在挑选的代表性产品中，发行人向中兴通讯销售同类产品的价格低于其他客户，主要系中兴通讯向发行人采购金额较大，议价能力较强，价格差异具有商业合理性；

3、发行人历史上控制权频繁变更及投资规模不足，均对发行人发展造成一定不利影响，但自 2019 年发行人现任实际控制人取得控制权以来，实现了发行人经营权与所有权的有效统一，发行人收入与净利润规模均快速增长；

4、报告期内，发行人光芯片、泵浦激光器、集成电路等核心原材料对境外供应商存在一定依赖，但发行人技术先进性的实现不依赖于核心原材料，发行人在设计及封装测试环节均具备较强的技术先进性；

5、发行人符合国家科技创新战略，拥有先进技术及核心产品，具备科技创新能力及科技成果转化能力，行业地位突出且市场认可度高，符合科创板支持方向，具备较强的科创属性。

(本页无正文，为公证天业会计师事务所（特殊普通合伙）《关于无锡市德科立光电子技术股份有限公司首次公开发行股票并在科创板上市的发行注册环节反馈意见落实函的回复》之签章页)

公证天业会计师事务所  
(特殊普通合伙)



中国·无锡

中国注册会计师  
(项目合伙人)

夏正曙



中国注册会计师

姜铭



2022年5月22日