

2022年

# 中国光芯片行业 研究报告

版权所有©2022深圳市亿渡数据科技有限公司。本文件提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系亿渡数据独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经亿渡数据事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，亿渡数据公司保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。

# CONTENTS 目录

<b>第一章 中国光芯片行业概况</b>	05	<b>第五章 中国光芯片行业产业链</b>	31
光芯片行业的定义	06	光芯片行业的产业链图谱	32
光芯片行业的发展历程	09	光芯片行业的产业链上游	33
光芯片行业的市场规模	10	光芯片行业的产业链中游	34
光芯片行业的行业壁垒	11	光芯片行业的产业链下游	36
光芯片行业的竞争格局	13	<b>第六章 中国光芯片行业驱动因素</b>	38
光芯片行业的风险因素	15	光模块	39
<b>第二章 中国光芯片行业政策</b>	16	固网宽带	40
光芯片行业政策汇总	17	5G基站	41
光芯片行业重点政策	18	数据中心	42
<b>第三章 中国光芯片行业细分—有源芯片</b>	22	硅光技术	43
激光器和探测器	23	<b>第七章 光芯片行业典型企业介绍</b>	44
DFB激光器及芯片	24	II-VI(Finisar)	45
EML激光器及芯片	25	Lumentum	46
VCSEL激光器及芯片	26	武汉光迅科技股份有限公司	47
PIN/APD探测器及芯片	27	华工科技产业股份有限公司	48
<b>第四章 中国光芯片行业细分—无源芯片</b>	28	博创科技股份有限公司	49
无源PLC	29	河南仕佳光子科技股份有限公司	50
无源AWG	30	<b>第八章 光芯片行业并购融资情况</b>	51
		并购事件	52
		融资事件	53

**三五族 (III-V)**：III-V族化合物，是元素周期表中III族的B, Al, Ga, In和V族的N, P, As, Sb形成的化合物，主要包括砷化镓 (GaAs)、磷化铟 (InP) 和氮化镓等，是半导体主要材料。

**GaAs**：砷化镓，III-V族化合物，可制成电阻率比硅、锗高多个数量级的半绝缘高阻材料，用来制作芯片衬底、红外探测器、 $\gamma$ 光子探测器等。

**InP**：磷化铟，III-V族化合物，具有半导体特性的化合物，由金属铟和赤磷在石英管中加热反应制得。

**Si/SiO<sub>2</sub>**：硅/二氧化硅，硅一般以硅酸盐或二氧化硅的形式存在于大自然，是重要的集成电路、晶体管、光导纤维、电子工业重要部件的原材料。

**SiP**：硅光，指的是在硅和硅基衬底材料上，利用硅CMOS工艺对光电子器件进行开发和集成的一种新技术。

**LiNbO<sub>3</sub>**：铌酸锂，是一种负性晶体、铁电晶体，经过极化处理的铌酸锂晶体具有压电、铁电、光电、非线性光学、热电等多性能的材料，同时具有光折变效应。

**磊晶成长**：一种用于半导体器件制造过程中，在原有晶片上长出新结晶，以制成新半导体层的技术。

**MOCVD**：即金属有机物化学气相沉积的英文缩写，利用有机金属热分解反应进行气相外延生长薄膜的化学气相沉积技术。

**MBE**：即分子束外延的英文缩写，在超高真空条件下，由装有各种所需组分的炉子加热而产生蒸汽，经小孔准直后形成的分子束或原子束，喷射到适当温度的单晶基片上，同时控制分子束对衬底扫描，可使分子或原子按晶体排列在基片上形成薄膜。

**量子限制Stark效应 (QCSE)**：在量子阱结构中，在内建极化电场的作用下，半导体的能带发生倾斜，电子-空穴对发生空间分离、波函数交叠量减少，引起发光效率下降、发光峰（吸收边）红移的现象。

**啁啾**：脉冲传输时中心波长发生偏移的现象叫做“啁啾”。

**LED**：一般指发光二极管，是一种常用的发光器件，通过电子与空穴复合释放能量发光，在照明领域应用广泛。

**5G:** 第五代数字通信技术。

**RRU:** RemoteRadioUnit的缩写。射频拉远单元RRU分成近端机即无线基带控制和远端机即射频拉远两部分，二者之间通过光纤连接，其接口是基于开放式CPRI或IR接口，可以稳定地与主流厂商的设备进行连接。

**BBU:** BuildingBasebandUnit的缩写。移动网络大量使用分布式基站架构，RRU和BBU之间需要用光纤连接，一个BBU可以支持多个RRU。采用BBU+RRU多通道方案,可以很好地解决大型场馆的室内覆盖。

**AAU:** Activeantennaunit的缩写。有源天线处理单元AAU是5G基站的主要设备，是RRU与天线的组合，集成了多个T/R单元。T/R单元就是射频收发单元。

**CU:** Centralizedunit的缩写。将原BBU的非实时部分分割出来，重新定义为CU，负责处理非实时协议和服务。

**DU:** Distributeunit的缩写。BBU分割CU后剩余的部分，充分定义为DU，负责处理物理层协议和实时服务。

## 第一章

# 行业概况

INDUSTRY OVERVIEW



光芯片与光通信和光模块密不可分，技术持续升级是重点，当前行业处于加速阶段。



光芯片行业技术壁垒极高，生产工艺和流程较为复杂，同时核心生产设备也面临对外依赖度高的问题。



光芯片与光器件光模块市场竞争格局保持一致，全球市场由中美日三国占据主导地位。

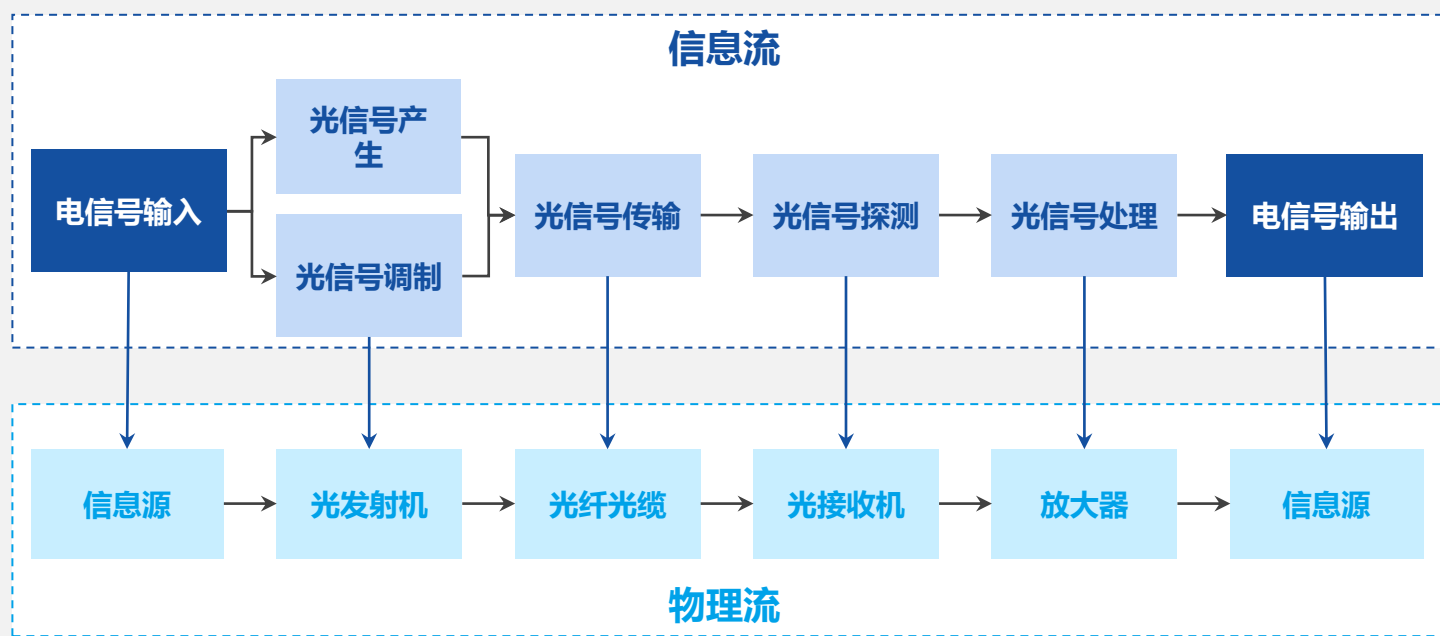


光芯片行业主要面临宏观、研发、竞争以及金融四大风险因素的干扰。

## 光通信器件的定义

- 按照《中国光电子器件产业技术发展路线图》中的定义，光通信器件主要指应用在光通信领域的**光电子器件及配套半导体集成电路**。光通信器件是光通信产业的重要组成部分，其性能主导着光通信网络的升级换代。
- 光通信器件按照其在**信息流中的不同作用**可分为五大类：**光信号产生、光信号调制、光信号传输、光信号处理以及光信号探测**。
- 光通信器件根据其**物理形态**的不同，一般可以分四大类：**光芯片、光有源器件、光无源器件、光模块与子系统**。

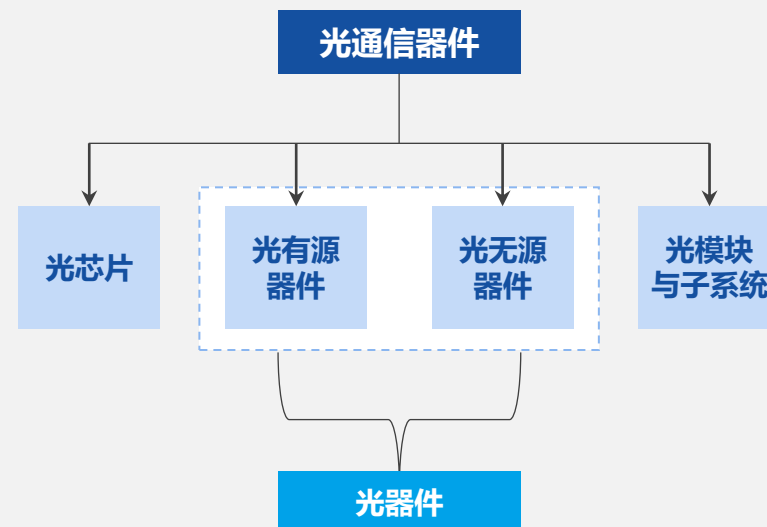
## 光通信器件与信息流的对应关系



- 上图展示不同物理类型的光通信器件与模块跟信息流的对应关系。
- 光收发模块（即光模块）起着光电转化的作用，在信息流中对应着光信号产生、调制与探测。
- 光分路器和光放大器对应着光信号处理。

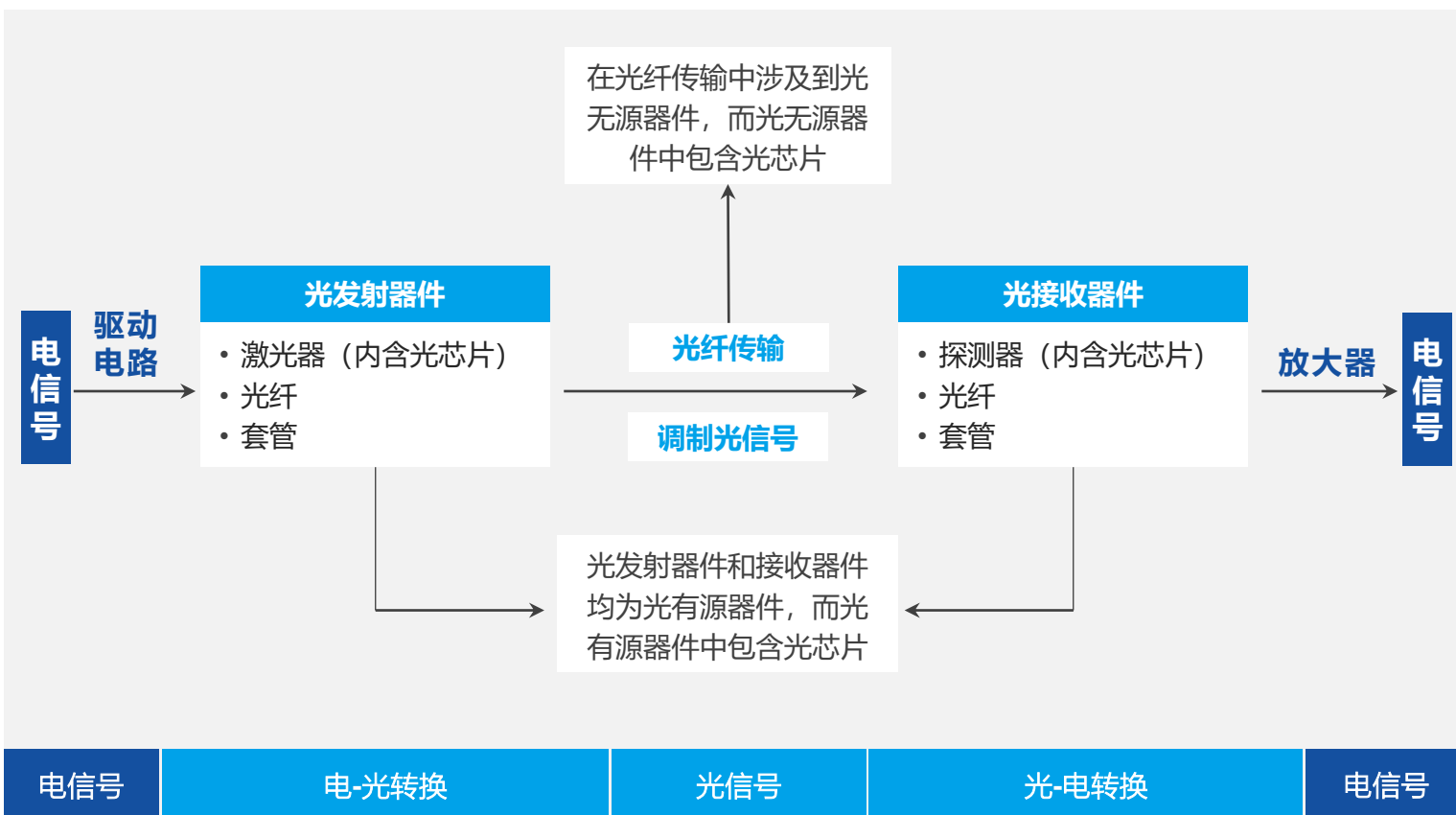
## 光通信器件中的光芯片、光器件、光模块不完全独立

光通信器件按照物理形态分类分为四大类，其中**光有源器件**和**光无源器件**共同构成了**光器件**。实际上光芯片是光器件的重要组成部分，同时光器件又是光模块的重要组成部分，即各分类没有完全独立区分，而具有包含关系。



### 光器件的定义

- 光器件又称光电子器件，是用于实现光信号连接、能量分路/合路、波长复用/解复用、光路转换、方向阻隔、光-电-光转换、光信号放大、光信号调制等功能的器件。
- **光器件分类**：按照是否需要外加能源驱动工作和是否进行光电转换，光器件分为**光有源器件**和**光无源器件**。
- **光有源器件**：指光通信系统中**将电信号转换成光信号或将光信号转换成电信号**的器件，是光传输系统的核心。包括光发射器件、光纤激光器、光接收器件、光放大器、光调制器等。
- **光无源器件**：指光通信系统中需要消耗一定的光能量、具有一定功能而**没有光—电或电—光转换的器件**，包括光纤连接器、光纤耦合器、光波分复用器、光衰减器和光隔离器等。



### 光芯片是光器件的核心

- 光器件和光芯片是光通信器件的两大重要组成部分，但光有源光器件和光无源器件中均包含光芯片，**光芯片是驱动光有源光器件和光无源器件产生作用的核心**。
- 光有源器件中的光芯片具有将电信号转换成光信号或将光信号转换成电信号的功能，**是光模块最核心的功能芯片**。
- 光无源器件中的光芯片具有将光信号分至多条光纤，将不同波长的光信号实现复用或解复用的功能，**是光纤传输中最核心的功能芯片**。
- 光器件的成本构成结构中，**光芯片平均占比达到50%**，其余为产品工艺与良率以及其他费用控制。这凸显了光芯片在光器件中的重要性。

- 光芯片是实现光转电、电转光、分路、衰减、合分波等基础光通信功能的芯片，是光器件和光模块的核心。
- 光芯片的分类**主要按照光器件的分类分为光有源器件芯片和光无源器件芯片**。有源光芯片按应用情况分为激光器光芯片和探测器光芯片，主要包括FP、DFB、EML、VCSEL、PIN以及APD芯片；无源光芯片主要包括PLC和AWG芯片。
- 光芯片的制造材料一般以化合物居多，主要包括**五大系列：InP系列、GaAs系列、Si/SiO2系列、SiP系列以及LiNbO3系列**。

## 光芯片

### 按有源光器件分类

		传输速率	传输距离
激光器芯片	FP芯片	155M-10G	20km
	DFB芯片	2.5M-40G	40km
	EML芯片	大于10G	大于40km
	VCSEL芯片	155M-25G	500m
探测器芯片	PIN芯片	155M-10G	小于40km
	APD芯片	1.25G-10G	长距离

### 应用场景



### 按无源光器件分类

无源光器件芯片	PLC芯片	实现相同波长的信号的分路和合路
	AWG芯片	基于PLC将不同波长的光信号实现复用/解复用

### 应用场景

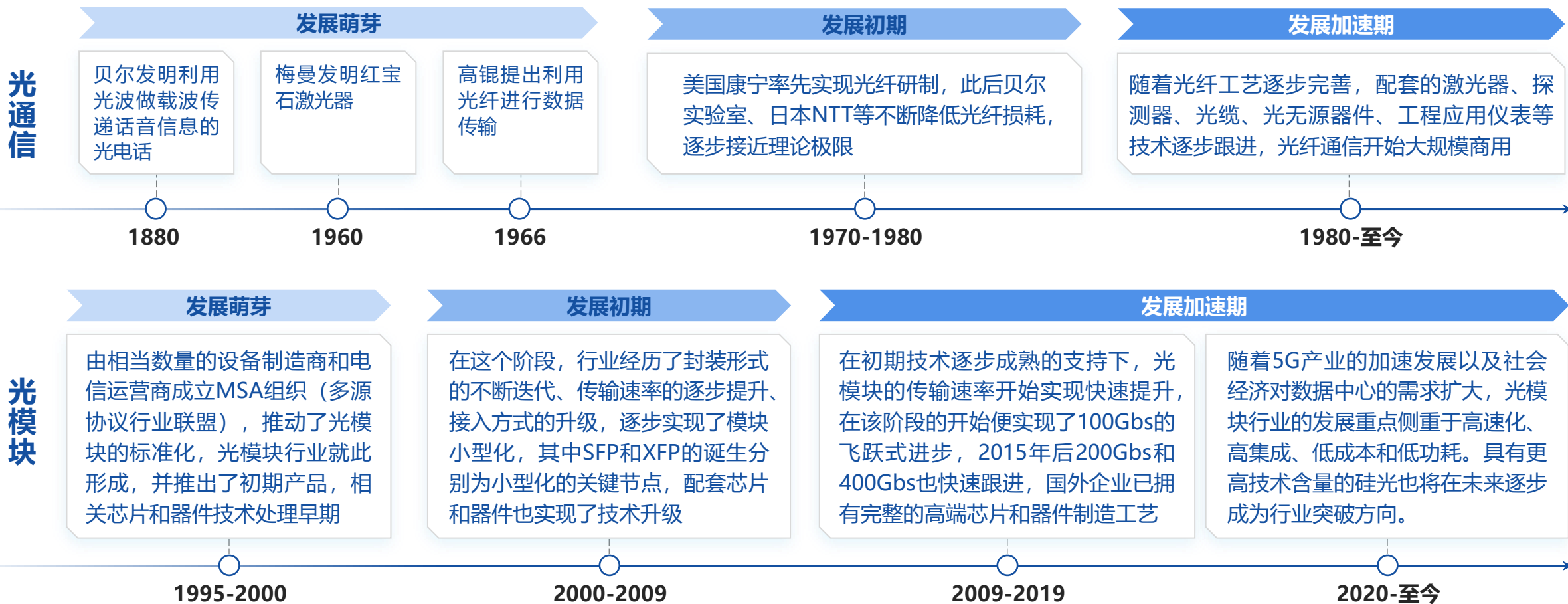


### 按材料分类

<b>InP</b>	高速直接调制DFB和EML芯片、PIN和APD芯片；高速调制器芯片；多通道可调激光器芯片	<b>GaAs</b>	高速VCSEL芯片；泵浦激光器芯片
<b>SiP</b>	相干光收发芯片；高速调制器、光开关芯片；TIA、LD Driver、CDR芯片	<b>Si/SiO2</b>	PLC、AWG、MEMS芯片
		<b>LiNbO3</b>	高速调制器芯片

### 光芯片的发展与光通信和光模块的发展有着密切联系，作为后者的核心组成部分，随着技术迭代推动产品不断升级，当前行业处于加速阶段

- 光通信行业开端来自于利用光源制作电话，为后续激光器和光纤的诞生奠定历史基础。随着社会的信息传输与交换量的持续增长，发展光通信成为历史趋势，通过不断的技术升级降低光纤损耗，同时配套的激光器、探测器、光缆、光无源器件、工程应用仪表等逐步跟进，光无源器件中的光芯片也在这个过程中实现了发展，当前光纤通信的大规模商用和未来的更新换代都将推动光芯片技术进一步加速升级。
- 光模块作为光芯片的另一大主要应用领域，从上世纪开始制定标准并推出早期产品，到本世纪前10年经历封装形式的不断迭代、传输速率的逐步提升、接入方式的升级，逐步实现了模块小型化，此后10年的传输速率急速提升，应用于此的光芯片制造工艺逐步成熟，随着更高速、更高集成、更低成本和更低功耗的要求，更高技术含量的光芯片将是未来的主要突破方向。

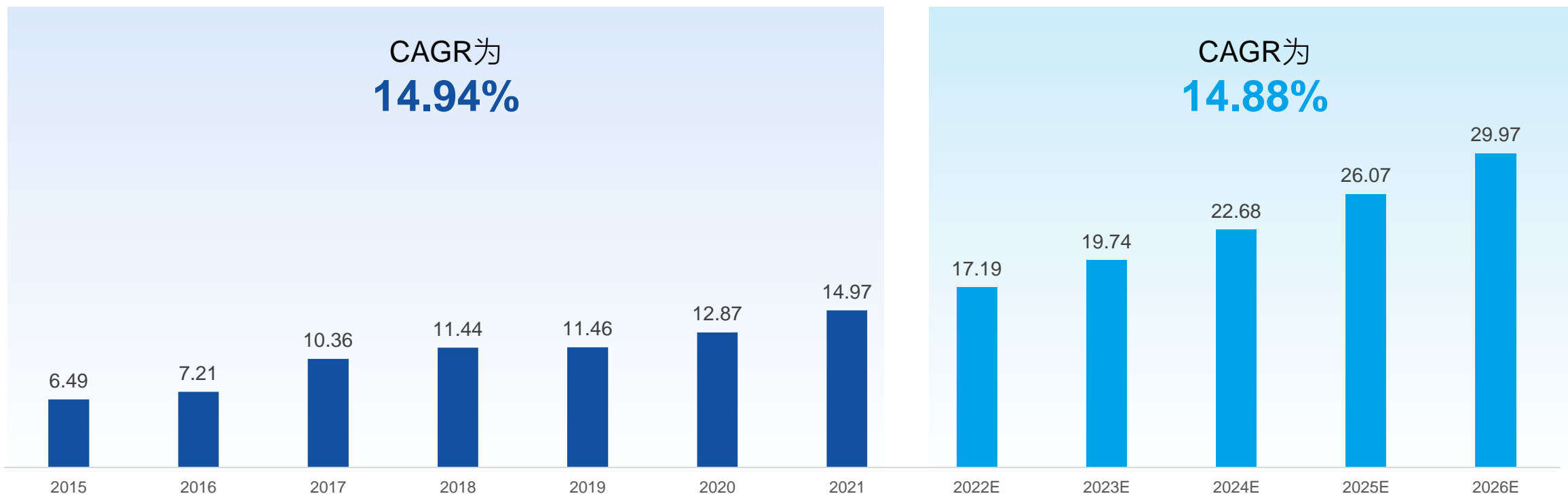


未来数年电信市场和数据中心市场都将保持快速增长势头，进而能有效巩固光有源芯片在整个光芯片市场中的占比，成为整个行业的支柱

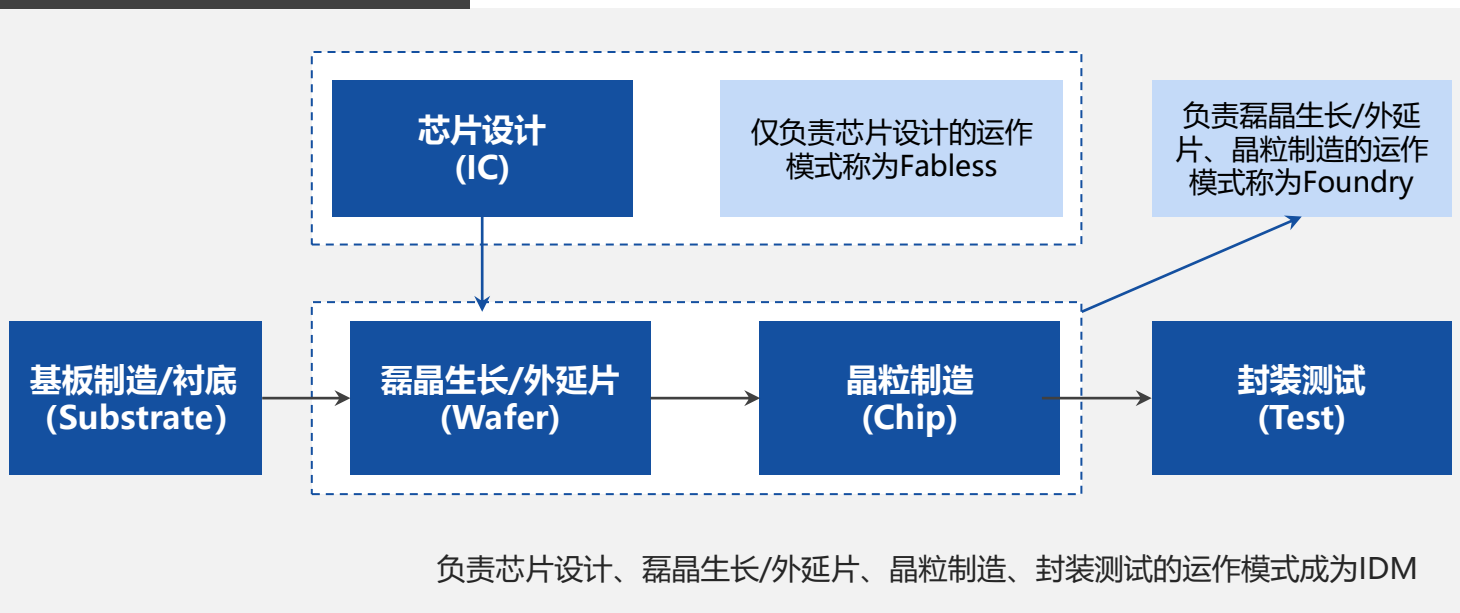
- 光芯片一般分为光有源芯片和光无源芯片，其中光芯片市场中光有源芯片市场规模占比超过90%，主要有两方面影响因素：一是光有源芯片主要应用于光模块，光模块使用场景丰富。光无源芯片主要应用于光纤光缆，市场趋近饱和；二是光模块两大应用场景将保持快速发展势头，包括有大量设备新建和更新需求的电信市场（以5G为主）和数通市场（以数据中心为主）。
- 预计光有源芯片市场规模将保持长期可持续增长势头。2015年，我国光芯片市场规模仅为5.56亿美元，此后受益于互联网快速发展带来的大量新型基础设施需求，光通信市场带动光芯片市场加速发展，至2021年我国光芯片市场规模已上升至14.97亿美元，过去7年的CAGR达到了14.94%；未来几年5G设备升级和相关应用落地将会持续进行，同时大量数据中心设备更新和新数据中心落地也会持续助力光芯片市场规模的增长，预计2021年后CAGR仍将保持在14.88%，至2026年我国光芯片市场有望扩大至29.97亿美元。

### 2015-2026年中国光芯片市场规模及预测

单位：亿美元



### 光芯片基本生产流程图



### 光芯片投入高，回报慢，行业形成多种运作模式

- 海外光芯片龙头企业的研发强度平均在10%-15%左右，这需要较大规模的营业收入作为支撑。
- 一枚光芯片的出产需要经过设计、流片、技术验证、定型、量产等数个环节，在工艺和流程均成熟的情况下，整体需要1-2年的时间，而进入量产阶段后还需要工艺经验的积累来解决散热、封装和稳定性等多重技术难题，从而有效提升良品率。整体的回报时长被进一步拉长。
- 由于芯片设计及生产制造的流程复杂，同时一般规模的企业难以承受高投入慢回报，因而形成了以下三大类运作模式。

#### Fabless

即指无晶圆厂，这一模式需要产业链上下游形成较好配合才能顺利推进业务

#### Foundry

即指代工厂，这一模式企业一般处于产业下游，根据客户设计方案来代工生产

#### IDM

即指垂直整合制造厂，仅看光芯片这一芯片分支领域，国内外龙头企业多采用此模式

- 光芯片生产工艺和流程均较为复杂，包括芯片设计、基板制造、磊晶成长、晶粒制造、封装测试共五个主要环节。
- 芯片设计：根据芯片功能需求，用专业芯片设计软件制作光电路线路图，这是光芯片具有存在和使用价值的核心环节。我国多数企业主要集中在这一环，拥有设计能力但不具备生产能力。
- 基板制造/衬底：主要指InP/GaAs等材料经提纯、拉晶、切割、抛光、研磨制成单晶体衬底即基板，这是光芯片规模制造的第一个重要环节。基板制造的技术关键是提纯，当前能实现高纯度单晶体衬底批量生产的全球仅有几家企业，均为海外企业。
- 磊晶生长/外延片：根据设计需求，生产企业用基板和有机金属气体在MOCVD/MBE设备里长晶，制成外延片。外延片是决定光芯片性能的关键一环，生成条件较为严苛，因此是光芯片行业技术壁垒最高环节。成熟技术工艺主要集中于中国台湾以及美日企业，国内企业量产能力相对有限。
- 晶粒制造和封装测试：对外延片进行光刻等系列处理，最后封装成拥有完整光电性能的光芯片。中国台湾是全球光芯片晶粒制造和封装测试集中地区。

### 光刻机设备高度垄断，研发难度极高，当前已形成生态壁垒

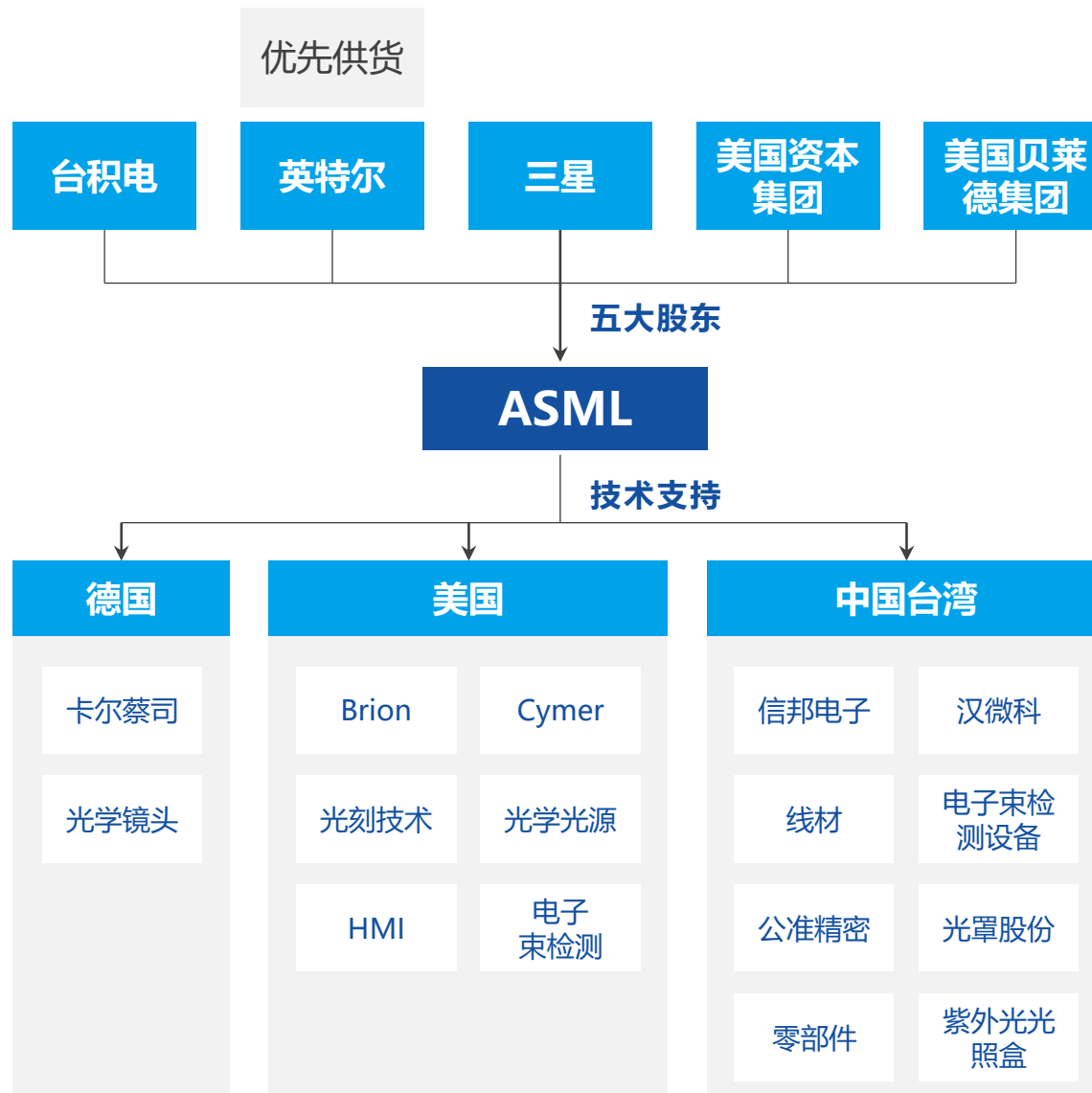
- ASML销售产品特殊规定，即**注资ASML的股东企业拥有优先发货权**，芯片领域巨头英特尔、三星、台积电均为ASML大股东；同时美国资本集团和美国贝莱德集团为ASML前两大股东，ASML受美资掌控。
- 当前美国禁止所有半导体企业在未经审核的情况下向中国供应半导体设备和技术，这进一步促进了**光刻机领域高生态壁垒的形成**。



生态壁垒

- 在芯片生产中，光刻机是生产芯片最为核心的设备，其功能主要为将掩膜版上的芯片电路转移到硅片上。
- 光刻机的性能决定了晶体管的尺寸，而晶体管的尺寸则决定了芯片的性能，更小尺寸同时具有高性能的芯片是未来主要的发展方向。
- 光刻机集合了众多科技领域的顶尖技术，其复杂的技术工艺和极为苛刻的精度要求导致其需要全球供应链共同支撑才能实现量产。
- 高度垄断：由于光刻机设备对光学技术和供应链要求严苛，形成了极高技术壁垒，致使其成为高度垄断行业。荷兰ASML是全球唯一一家生产高精度光刻机的公司，旗下产品覆盖全部级别光刻机设备，其中高端领域形成绝对垄断。除此之外，中低端领域由尼康和佳能两大龙头主导，与ASML共同占据整个市场份额的90%以上。

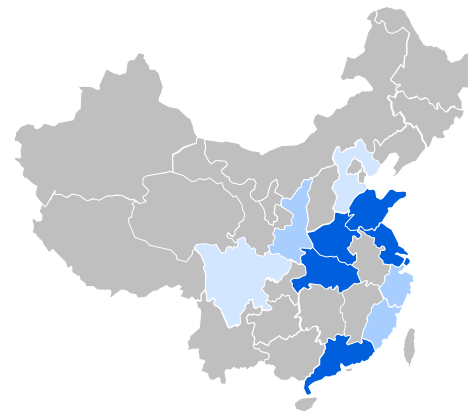
### ASML及其生态架构



- 随着光通信市场需求的持续扩大，再加上光通信领域中的器件、芯片、模块等技术壁垒高、生产工艺复杂的特征，产业链上下游企业的互联互通程度逐步加深，龙头企业垂直整合进程不断加快，产业链的交互融合也使得光芯片市场竞争格局与光器件和光模块市场竞争格局基本保持一致。
- **2021年全球光通信最具竞争力企业10强中，中国企业已占据4个席位，其中光迅科技和中际旭创进入前5；2020年全球光模块TOP10中，中国企业已有5家进入前10强，其中中际旭创、海信宽带、光迅科技进入前5；**综合多个全球竞争榜单，入选企业重合度较高，美中日三国的企业占据前列，侧面印证了这些企业在全市场中的认可度和地位。全球领先企业中，已有相当数量的中国企业。光迅科技、中际旭创、海信宽带、新易盛、华工正源等已经成为市场中的活跃者，其中**光迅科技、海信宽带、华工正源**又有较为突出的自研能力，随着技术能力的进一步提升，产能的逐步扩大，市场认可度的提高，中国企业的竞争力将进一步提升。

排名	2021年全球光器件最具竞争力企业10强		2020年全球光模块TOP10企业	
	公司名称	国家	公司名称	国家
1	Lumentum	美国	II-VI(Finisar)	美国
2	Broadcom	美国	Innolight (中际旭创)	中国
3	II-VI(Finisar)	美国	Hisense (海信宽带)	中国
4	光迅科技	中国	Accelink (光迅科技)	中国
5	中际旭创	中国	Cisco	美国
6	住友电工(Sumitomo)	日本	Broadcom	美国
7	海信宽带	中国	Intel	美国
8	古河电工	日本	Lumentum	美国
9	藤仓	日本	Eoptolink (新易盛)	中国
10	新易盛	中国	HGG (华工正源)	中国

### 全球市场主要由美中日三国主导，部分欧洲国家拥有技术储备

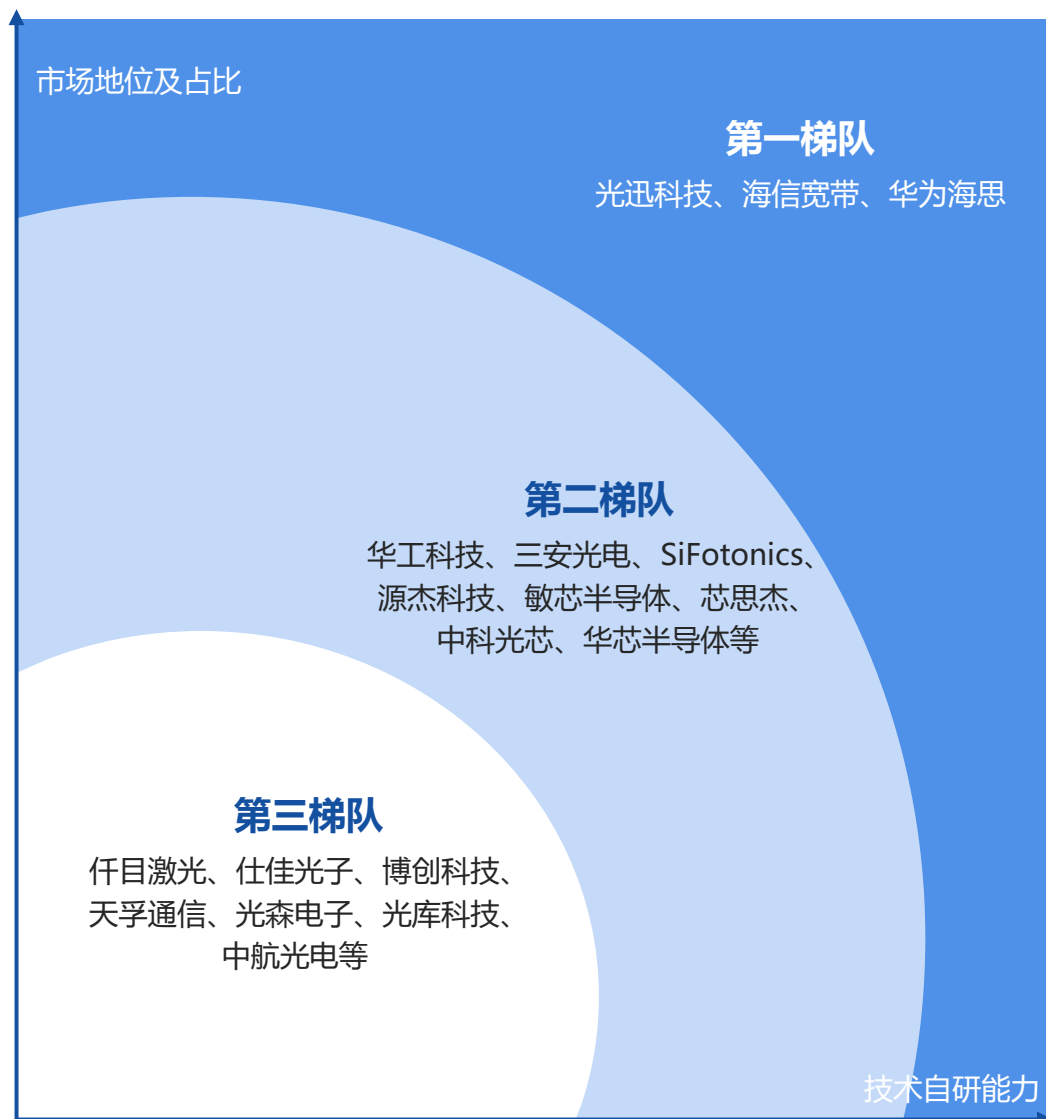


中国企业光芯片、光器件、光模块相关企业区域地理位置相对集中

**主要在沿海省市和长江沿线省市，包括上海、广东、江苏、浙江、福建、湖北、河北、陕西、四川等。**

我国光芯片相关企业区域集中度较高，第一梯队拥有更强的技术力并占比更大市场份额，第二三梯队多数专注于某一细分领域

### 中国光芯片相关企业竞争力梯队



重点区域	代表企业	企业核心竞争力及市场地位
湖北省	光迅科技	产业链IDM龙头企业,自主研发力强,中低端芯片可量产和自给
	华工科技	旗下云岭光电专注于光芯片研发生产,部分中低端芯片可量产
	敏芯半导体	专注于激光器和探测器光芯片研发生产,部分中低端芯片可量产
	仟目激光	专注于激光器光芯片研发生产,部分中低端芯片可量产
上海市	华为海思	拥有中高端光芯片自给能力
	鸿辉光通	专注于光无源原材料、器件和芯片的研发生产
	SiFotonics	拥有中高端探测器芯片批量生产能力
江苏省	华芯半导体	专注于激光器光芯片研发生产,部分中低端芯片可量产
	天孚通信	光无源器件垂直一体化厂商
浙江省	博创科技	光无源器件及芯片垂直一体化厂商
山东省	海信宽带	产业链IDM龙头企业,自主研发力强,中低端芯片可量产和自给
河北省	光森电子	专注于探测器光芯片研发生产,低端芯片可量产
广东省	光库科技	光激光器件、光通讯器件、LiNbO3调制器制造商
	芯思杰	专注于探测器芯片研发生产,部分中低端芯片可量产
深圳市	太辰光	光无源器件及芯片垂直一体化厂商
陕西省	源杰科技	专注于激光器光芯片研发生产,部分中低端芯片可量产
河南省	仕佳光子	拥有激光器光芯片、无源光芯片研发生产能力,中低端芯片可量产
	中航光电	光器件垂直一体化厂商
福建省	三安光电	拥有激光器和探测器光芯片研发生产能力,部分中低端芯片可量产
	中科光芯	专注于激光器研发生产,低端芯片可量产

### 宏观风险

- 中国宏观经济发展面临巨大考验，**居民可支配收入增长乏力**将会直接导致**市场消费不振**，市场动力不足会进一步拖累新型基础设施的开发与建设
- 地缘政治摩擦不断，**科技封锁和贸易战的消极影响**将在未来很长一段时期内冲击中国光芯片等相关高科技企业
- **海外市场**的拓展难度在不断加大，相关**核心原材料**的供应出现迟滞的概率也随之不断增大

### 竞争风险

- **国外光芯片相关龙头企业掌握高端高速芯片市场份额**，这类国际龙头企业自2018年以来不断并购重组，实现高端资源实现垂直整合，完成了技术和业务转型，使**产品覆盖光芯片、光器件、光模块领域所有环节**，进一步抬高未来高端市场的门槛
- 华为海思这类**综合型芯片厂商当前也强势切入市场**，实现了高端光芯片的量产，专注于光芯片领域的企业面临的竞争风险愈发突出

### 研发风险

- 与5G技术刚刚从4G开始过渡商用不同，**数据中心一直处于快速发展过程中**，数据中心用光模块平均在3-4年内完成一次产品迭代
- 光芯片作为光模块的核心部件，其**需要不断升级**才能有效满足光模块传输速率升级的需求
- 企业可能面临**产品研发速度跟不上市场需求**的风险，同时光芯片生产制造的门槛极高，在3-4年内能否实现研发突破存在极大不确定性

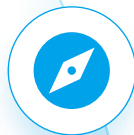
### 金融风险

- 国内光芯片相关企业在加快资源整合的步伐，但**收购面临较大的投资风险**，国内企业主要是针对国外企业开展收购业务，这使得收购面临诸多金融层面以及企业管理层面的难题，可能产生整合风险，导致投资并购业务进展不及预期
- 光芯片相关企业在核心原材料采购以及产品海外销售两方面都**面临汇率波动的风险**，当前经济金融背景下，人民币对美元汇率波动加大，波动可能带来汇差收益也可能带来出口损失

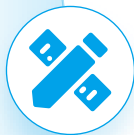
## 第二章

# 行业政策

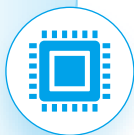
Industry policy



近年来光芯片行业相关政策不断出台，行动规划持续更新，为行业发展指明路线。



《中国光电子器件产业技术发展路线图》研判了光芯片行业发展重点及难点，并为行业有效制定了发展思路及目标。



基础电子元器件产业发展行动计划明确关键核心技术为主攻方向，支持建立健全产业链配套体系。



多个“十四五”规划布置攻克“卡脖子”技术的任务和工程。

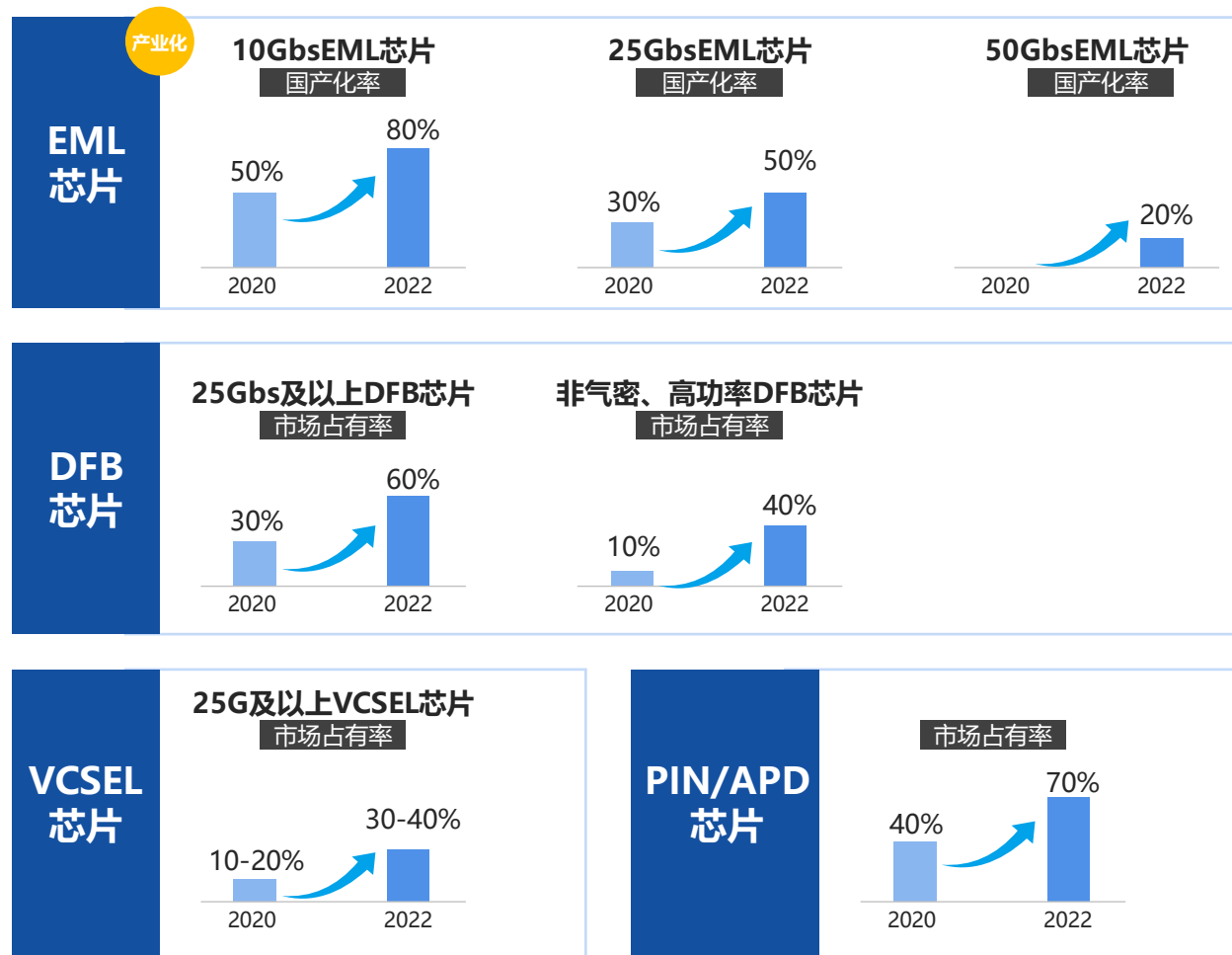
## 近年来中国光芯片行业相关重点政策汇总

政策名称	颁布日期	颁布主体	主要内容
《“十四五”数字经济发展规划》	2022年1月	国务院	到2025年，数字经济迈向全面扩展期，数据要素市场体系初步建立，产业数字化转型迈上新台阶，数字产业化水平显著提升，加快建设信息网络基础设施，推进云网协同和算网融合发展，有序推进基础设施智能升级。
《“十四五”国家信息化规划》	2021年12月	中央网络安全和信息化委员会	到2025年，数字中国建设取得决定性进展，信息化发展水平大幅跃升，数字基础设施全面夯实，数字技术创新能力显著增强，数据要素价值充分发挥，数字经济高质量发展，数字治理效能整体提升。
《“十四五”信息通信行业发展规划》	2021年11月	工信部	到2025年，建成全球规模最大的5G独立组网网络，实现城市和乡镇全面覆盖、行政村基本覆盖、重点应用场景深度覆盖；千兆光纤网络实现城乡基本覆盖。数据中心布局实现东中西部协调发展，集约化、规模化发展水平显著提高，形成数网协同、数云协同、云边协同、绿色智能的多层次算力设施体系，算力水平大幅提升，人工智能、区块链等设施服务能力显著增强。
《基础电子元器件产业发展行动计划（2021-2023年）》	2021年1月	工信部	到2023年，优势产品竞争力进一步增强，产业链安全供应水平显著提升，面向智能终端、5G、工业互联网等重要行业，推动基础电子元器件实现突破，增强关键材料、设备仪器等供应链保障能力，提升产业链供应链现代化水平。
《关于扩大战略新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见》	2020年9月	发改委、工信部、科技部、财政部	加大5G建设投资，加快5G商用发展步伐；加快基础材料、关键芯片、高端元器件、新型显示器件、关键软件等核心技术攻关；加快推进基于信息化、数字化、智能化的新型城市基础设施建设。
《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022年）》	2018年1月	工信部和中国电子元件行业协会	攻关高端芯片/器件，保障供应链安全，重视发展趋势，着眼长远发展，超前规划布局，产品由低端走向高端，技术由组装走向核心芯片，市场从国内走向国际，培育龙头领军企业和新兴中小企业，推动上下游产业链互联互通。
《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016版）》	2017年12月	发改委	根据战略性新兴产业发展新变化，对《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2013版）》做出了修订完善，依据《规划》明确8大产业和相关服务业，其中新一代信息技术产业中涉及网络设备、集成电路、新型元器件、关键电子材料等内容。

### 《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022年）》

《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022年）》由工信部电子信息司与中国电子元件行业协会于2017年12月正式发布，是近年来针对光电子器件产业最具指导意义的官方文件，其明晰了光电子器件产业发展现状，研判了行业发展重点和难点，有效指引了光电子器件行业五年发展目标。

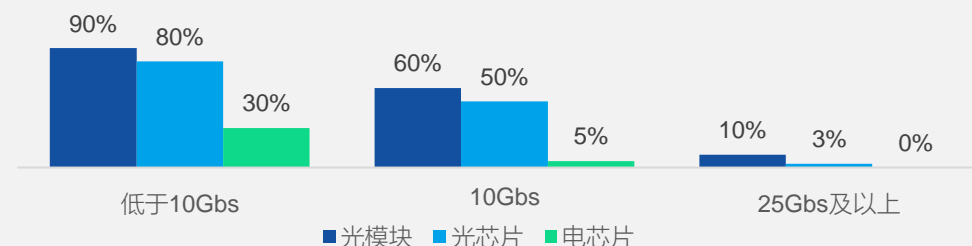
#### 发展思路及发展目标



#### 路线图重点提及

- 有源光收发模块的产值在光通信器件中占据最大份额，约为65%。
- 国内核心光通信芯片及器件严重依赖进口，高端光通信芯片与器件的国产化率不超过10%。
- 全球主要光器件厂商均积极布局有源光芯片，器件与光模块。
- 国内厂商（民营中小企业为主）在无源器件、低速光收发模块等中低端细分市场较强，产能满足国内市场需求并达到出口。
- 国内厂商只掌握10Gbps及以下激光器、探测器、调制器芯片、无源光芯片的制造工艺及配套IC的设计和封测，整体水平与国际龙头有较大差距，尤其高端芯片落后国外1-2代。
- 光通信器件领域仍处于完全竞争时代，市场份额分散，成本压力和市场挑战使得国外厂商加速垂直重组整合，把握全产业链条，国内大型厂商有并购动作，但力度仍然不足，研发和创新能力欠缺。

#### 2017年光模块及芯片国产化率情况



### 《基础电子元器件产业发展行动计划（2021-2023年）》

- 《基础电子元器件产业发展行动计划（2021-2023年）》由工信部于2021年1月正式发布，行动计划提出要加快电子元器件及配套材料和设备仪器等基础电子产业发展，持续提升保障能力和产业化水平，支持电子元器件领域关键短板产品及技术攻关。
- 总体目标：**到2023年，优势产品竞争力进一步增强，产业链安全供应水平显著提升，推动基础电子元器件实现突破，增强关键材料、设备仪器等供应链保障能力，提升产业链供应链现代化水平。
- 重点工作：**攻克关键核心技术，突破制约行业发展的专利、技术壁垒，补足电子元器件发展短板，保障产业链供应链安全稳定；支持重点行业市场应用，在5G、工业互联网和数据中心等重点行业推动电子元器件差异化应用；强化产业链深层次合作，引导上下游企业通过战略联盟、资本合作、技术联动等方式，形成稳定合作关系；突破关键材料技术，提升设备仪器配套能力，健全产业配套体系，推进产学研用协同创新。

#### 专栏1 重点产品高端提升行动

连接类 元器件	光电连接器	高频高速、低损耗、小型化
	光纤光缆	超高速、超低损耗、低成本
	电气装备线缆	耐高压、耐高温、高抗拉强度
	印制电路板/基板	高频高速、高层高密度

光通信 元器件	芯片	激光器	探测器
	高速光通信	高速直调和外调制、高功率	高速高精度
	高速调制器		
	光传输用数字信号处理器		
	高速驱动器和跨阻抗放大器		

#### 专栏2 重点市场应用推广行动

重点市场类别	市场细分
5G、工业互联网和数据中心市场	抢抓全球5G和工业互联网契机，围绕5G网络、工业互联网和数据中心建设，重点推进射频阻容元件、中高频元器件、特种印制电路板、高速传输线缆及连接组件、光通信器件等影响通信设备高速传输的电子元器件应用。
工业自动化设备市场	利用我国工业领域自动化、智能化升级的机遇，面向工业机器人和智能控制系统等领域，重点推进伺服电机、控制继电器、传感器、光纤光缆、光通信器件等工业级电子元器件的应用。

## 《“十四五”信息通信行业发展规划》

- 《“十四五”信息通信行业发展规划》由工信部于2021年11月正式发布，发展规划明确提出要攻克信息通信领域“卡脖子”技术，系统布局新型数字基础设施，推动数字经济融合创新发展，有效推进网络提速提质，着力强化新技术研发和应用推广。
- 发展目标：到2025年，基本建成高速泛在、集成互联、智能绿色、安全可靠的新型数字基础设施；建成全球规模最大的5G独立组网网络，千兆光纤网络实现城乡基本覆盖，骨干网智能化资源调度水平显著提升，低中高速协同发展的移动物联网综合生态体系全面形成；数据中心布局实现东中西部协调发展，集约化、规模化发展水平显著提高；基本建成覆盖各地区、各行业的高质量工业互联网网络，打造一批“5G+工业互联网”标杆。

类别	指标名称	2020年	2025年	年均/累计
总体规模	信息通信行业收入 (万亿元)	2.64	4.3	10%
	信息通信基础设施累计投资 (万亿元)	2.5	3.7	(1.2)
	电信业务总量 (2019年不变单价) (万亿元)	1.5*	3.7*	20%
基础设施	每万人拥有5G基站数 (个)	5	26	(21)
	10G-PON及以上端口数 (万个)	320	1200	(880)
	数据中心算力 (每秒百亿亿次浮点运算)	90	300	27%
	工业互联网标识解析公共服务节点数 (个)	96	150	(54)
	移动网络IPv6流量占比 (%)	17.2	70	(52.8)
应用普及	通信网络终端连接数 (亿个)	32	45	7%
	5G用户普及率 (%)	15	56	(41)
	千兆宽带用户数 (万户)	(640)	6000	56%
	工业互联网标识注册量 (亿个)	94	500	40%
	5G虚拟专网数 (个)	800	5000	44%

备注：() 内为5年累计变化数；\*为连续5年累计值；5G用户为5G终端连接数

## 六项发展重点

加快**5G独立组网 (SA)** 规模化部署，加快拓展5G网络覆盖范围

持续扩大**千兆光纤网络**覆盖范围，推进城市及重点乡镇**10G-PON**设备规模部署，加快光纤接入**技术演进升级**

持续推进**骨干网演进和服务能力升级**，部署骨干网200G/400G超大容量光传输系统

强化现有**数据中心**资源整合，有序发展规模适中、集约绿色、满足本地算力需求的数据中心

加速**通信网络芯片、器件和设施的产业化**和应用推广

充分发挥**龙头企业技术外溢和集成整合作用**，解决一批“卡脖子”技术问题

### 《“十四五”国家信息化规划》

- 《“十四五”国家信息化规划》由中央网络安全和信息化委员会于2021年12月正式发布，发展规划明确提出加快建设数字中国，大力发展数字经济，推动产业基础高级化、产业链现代化，更加有力有效地推进核心技术、产业生态、数字经济、数字社会、数字政府建设。
- 发展目标：到2025年，数字基础设施体系更加完备，5G网络普及应用，IPv6与5G、工业互联网、车联网等领域融合创新发展，数据中心形成布局合理、绿色集约的一体化格局；关键核心技术创新能力显著提升，集成电路、基础软件、装备材料、核心元器件等短板取得重大突破；形成一批具有国际竞争力的数字产业集群，产业基础高级化、产业链现代化水平明显提高。

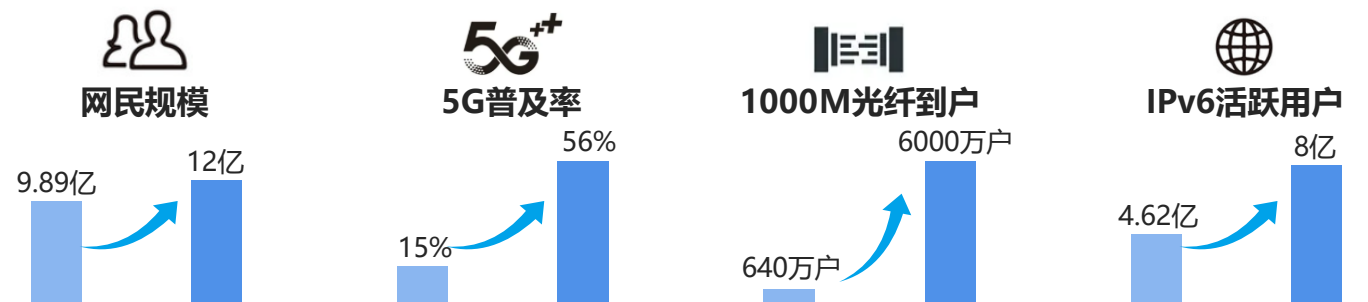
### “十四五”期间重点工程

5G创新应用工程	制造业数字化转型工程	信息技术产业生态培育工程	“数字丝绸之路”共建共享工程
加快 <b>5G模组、核心芯片</b> 、关键元器件、基础软件、仪器仪表等重点领域 <b>研发、工程化攻关及产业化</b>	加强 <b>新型传感器、智能测量仪表、工业控制系统、网络通信模块</b> 等智能核心装备在重大技术装备产品上的 <b>集成应用</b> ，利用新一代信息技术增强产品的数据采集和分析能力	加强 <b>芯片基础理论框架研究</b> ，面向超级计算、云计算、物联网、智能机器人等场景， <b>加快云侧、边侧、端侧芯片产品迭代</b>	规划建设 <b>洲际海底光缆项目</b> ，加快推进 <b>跨境光缆建设及扩容</b> ；推动与共建“一带一路”国家在云数据中心、物联网平台、工业互联网平台等领域共同研究、规划部署、试验示范，推进标准一体化合作

### 重点任务：

- 布局战略性前沿性技术。**加强集成电路、硅基光电子、非硅基半导体等关键前沿领域的战略研究布局和技术融通创新。
- 推动数字产业能级跃升。**提升通信设备、核心电子元器件、关键软件等产业水平。瞄准产业基础高级化，加快基础材料、关键芯片、高端元器件、新型显示器件等关键核心信息技术成果转化，推动产业迈向全球价值链中高端。

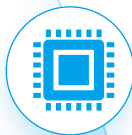
### “十四五”信息化发展主要指标 (2020-2025年)



### 第三章

# 行业细分 有源芯片

Segmentation of  
Industries



DFB激光器传输距离适中且运行稳定，当前其配套芯片市场占比最大，低端完全自主，中高端已有突破。



EML是DFB的再次升级，低端产品基本量产，中高端差距仍明显，随着技术力提升市场占比会逐渐扩大。



VCSEL应用于光通信领域的市场占比相对偏小，低端产品达到自主量产，中高端仍处于研发和验证阶段。



PIN和APD分别对应不同距离和灵敏度需求，低端产品自足，高端产品小规模量产。

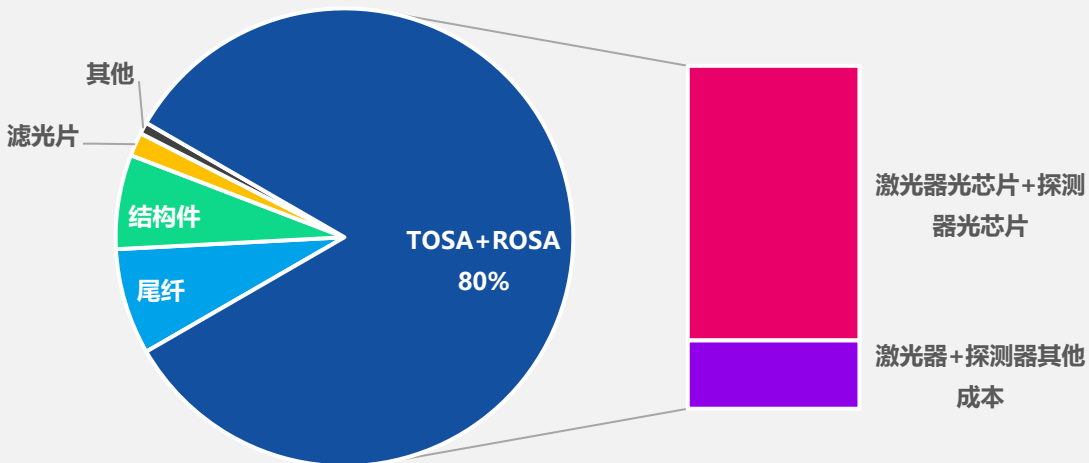
激光器和探测器中的光芯片在整体光器件成本中占据较大比例，而激光器光芯片为市场主要销售产品，其中又以DFB和EML芯片为主

### 光模块中的光器件主要分为以下两部分

- **TOSA**：即为光发射器件，主要应用在电信号转化成光信号（E/O转换），由激光器、适配器和管芯套组成，在长距离光模块中还会加入隔离器和调节环。其中**最重要的组件为激光器**，激光器主要有FP、DFB、EML和VCSEL四类，常用的为后三种。
- **ROSA**：即为光接收器件，主要应用在光信号转化成电信号（O/E转换），由探测器和适配器组成。其中**最重要的组件为探测器**，探测器主要有PIN和APD两类。

下图展示的光器件成本构成中，TOSA和ROSA占据80%，而其中激光器光芯片和探测器光芯片由占据TOSA和ROSA的85%。

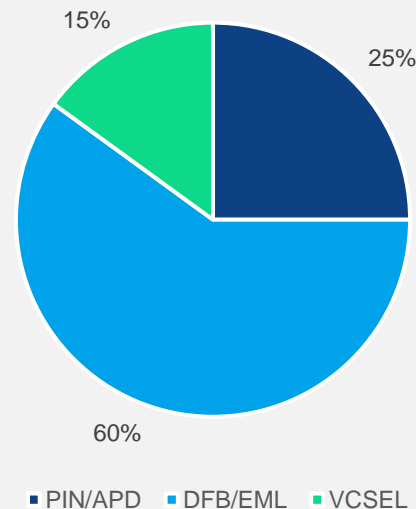
### 光器件成本结构



### 激光器和探测器光芯片市场各类芯片规模占比由下图所示

- 激光器芯片和探测器芯片分别占据市场的75%和25%。
- 激光器芯片中DFB和EML芯片占据整体光芯片市场的60%，VCSEL芯片占据整体光芯片市场的15%。
- **VCSEL芯片实际市场规模更大**，主要原因是VCSEL芯片在电子消费领域的使用逐渐增多，而在光通信领域的使用相对有限，一般仅用于数据中心，因而其在上述以光通信为主的光芯片市场中占比不高。

### 激光器和探测器光芯片市场各类芯片规模占比

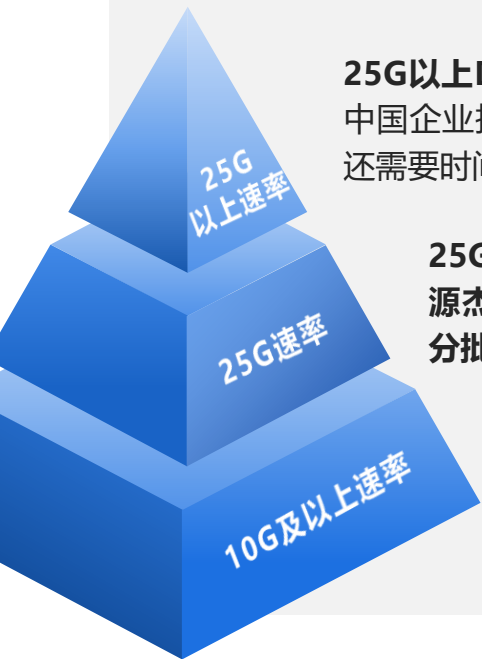


## DFB激光器传输距离适中，运行更加稳定，国内企业拥有低端全自主生产能力，中端已实现部分批量生产，高端有技术突破

- **FP激光器**：FP即法布里-珀罗激光器，以FP腔为谐振腔，发出多纵模相干光的半导体发光器件。FP激光器主要用于低速率短距离传输，FP激光器存在的关键问题是不稳定，尤其是传输距离加长后FP激光器难以长时间稳定工作。
- **DFB激光器是FP激光器的升级**：DFB激光器即分布式反馈激光器，为针对FP激光器的升级。在FP的基础上通过内置布拉格光栅形成单纵模，**传输距离延长至40km，传输距离适中**；色散较大；温度特性好；直接调制；一般用于光纤接入网、传输网、基站、数据中心内部互联。

典型参数	单位	最小	典型	最大
工作波长	nm	/	1270、1310 1490、1550、1610	/
光谱宽度	nm	/	0.3	0.55
阈值电流	mA	0.3	/	2.5
尾纤输出光功率	mW	0.3	/	2

## DFB激光器及芯片竞争格局



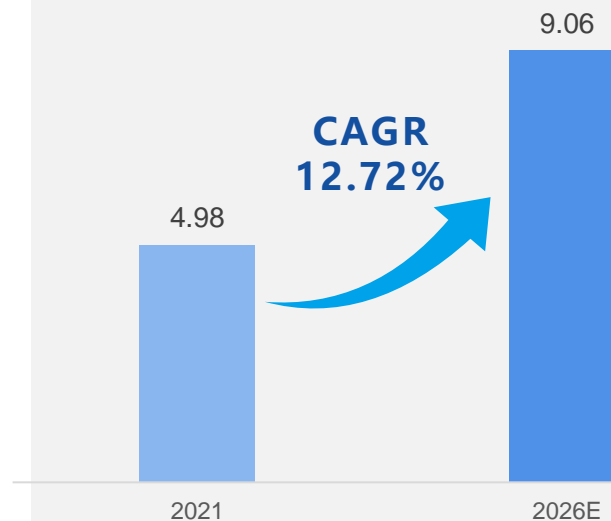
**25G以上DFB绝大部分市场由国际龙头企业掌握，中国企业技术上已有突破，但在市场上形成竞争力还需要时间**

**25G速率DFB国内仅有光迅科技、华工科技、源杰科技等少数企业通过客户验证，实现部分批量生产**

**10G速率及以下的DFB激光器已经基本实现量产**

## 中国DFB光芯片市场规模及增长预测

单位：亿美元



当前DFB和EML激光器芯片占据整体光芯片市场的60%，是光芯片市场中规模占比最大的一类芯片，其中DFB的技术工艺相对更成熟，应用场景更多，因而DFB在市场中的占比更大，2021年我国DFB芯片市场规模约为4.98亿美元，随着后续应用场景需求的持续增长，市场规模也会同步保持较快增长，CAGR将达到12.72%，但在整体市场中的占比可能会随着EML市场扩大而有所下滑。预计至2026年，我国DFB芯片市场规模有望增长至约9.06亿美元。

**EML激光器在DFB的基础上进行了改进升级，大幅延长传输距离，低端产品实现基本自主量产，少数企业掌握中端产品技术，高端差距明显**

- **EML激光器是DFB激光器的再次升级**：EML激光器即电吸收调制激光器，是电吸收调制器与DFB激光器的集成器件，是由利用量子限制Stark效应（QCSE）工作的电吸收调制器和利用内光栅耦合确定波长的DFB激光器集成的体积小、波长啁啾低的高性能光通信光源，为当前高速光纤传输网中信息传输载体的通用理想光源。
- **EML激光器特点**：使用EML激光器的优势在于芯片处于稳定工作状态，长距离传输后得到的信号质量依然很高，因此**EML适合更长距离传输应用（能超过40km）**；由于增加了外吸收调制器，且面向长距离场景芯片整体质量要求也更高，因此**同速率的EML芯片成本比DFB芯片高50%甚至几倍**；外吸收调制器的响应速度比DFB直接调制更高，在PAM4中更加适合使用。

产品	工作波长	特性	应用场景
DFB	1270-1610nm	谱线窄，调制速率高，波长稳定，耦合效率低	中长距离的传输，如光纤接入网、传输网、无线基站、数据中心内部互联等
EML	1270-1610nm	调制频率高，稳定性好，传输距离长，成本高	长距离传输，如高速率、远距离的电信骨干网、城域网和数据中心内部互联等

### EML激光器及芯片竞争格局



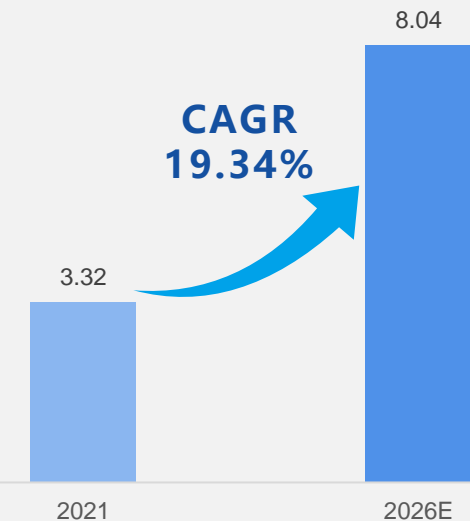
**50G和100G速率EML国内暂无企业能实现量产，仅有极少数企业处于研发阶段，如光迅科技、源杰科技等**

**华为海思、光迅科技、海信宽带等少数企业能量产25G速率EML，但市场主要需求集中在10G和50G速率的EML**

**当前相当数量中国企业能基本自主量产10G速率及以下EML**

### 中国EML光芯片市场规模及增长预测

单位：亿美元



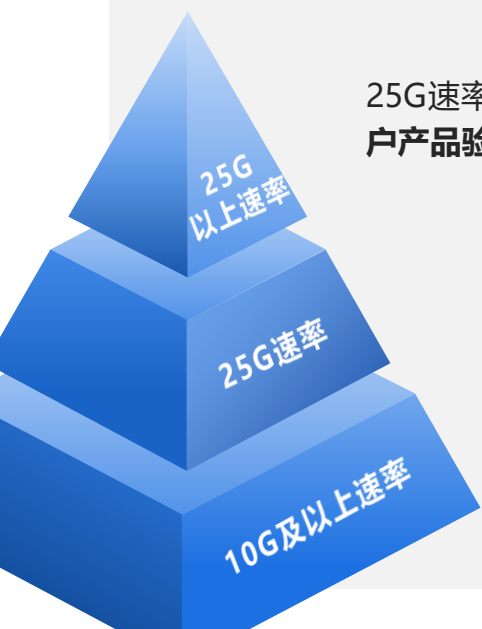
由于EML进一步升级了技术工艺，因而EML的成本控制相对更难，量产难度也同步增大，再加上当前EML市场更集中于应用更低速和更高速的芯片，因而企业研制完成并能实现量产的部分EML芯片并未投入到市场，综合以上所有因素使得当前EML的市场占比相对DFB偏小，2021年我国EML芯片市场规模约为3.32亿美元，随着后续技术力的不断提升以及应用场景需求的不断增长，其泛用性将逐步提高，在市场中的占比也将有望同步提升，CAGR能达到19.34%。预计至2026年，我国EML芯片市场规模有望增长至约8.04亿美元。

### VCSEL激光器体积小、功耗低、能有效降低封测成本，适用于短距离传输

- **VCSEL激光器**：VCSEL即垂直腔面发射激光器，是一种半导体激光器，以半导体材料为工作物质发射激光的器件，其激光垂直于顶面射出，与激光由边缘射出的边射型激光器（DFB、EML均为边射型）和LED有所不同。
- **VCSEL激光器特点**：VCSEL激光器与其他半导体激光器相比，**VCSEL激光器体积小、功耗低、调制带宽高、易与光纤耦合、能有效降低封测成本。**

**VCSEL激光器应用领域扩大**：VCSEL一开始主要为光存储和光通信应用的核心器件，应用在光并行处理、光识别、光互联系统、光存储等领域，常见于光模块，吸收光谱学，激光打印机等产品中，随着消费电子的爆发式增长，VCSEL开始广泛应用于智能设备的3D感测，3D成像、物联网等。

### VCSEL激光器及芯片(用于光通信领域)竞争格局



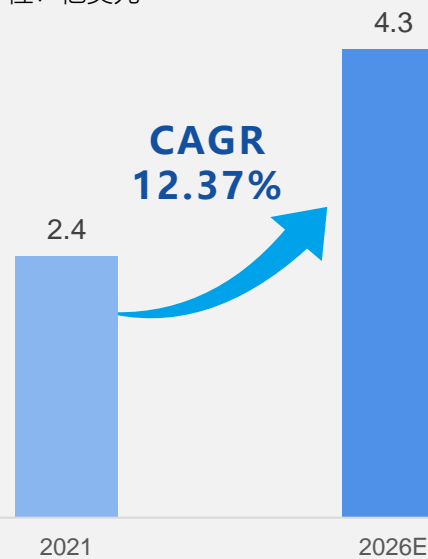
25G速率及以上的VCSEL绝大部分仍处于研发或客户产品验证阶段

国内制造VCSEL(用于光通信领域)企业主要包括光迅科技、华工科技、仟目激光、华芯半导体、三安光电等，以上企业**基本掌握10G速率及以下VCSEL激光器自主量产的能力**

产品	工作波长	特性	应用场景
VCSEL	800-900nm	线宽窄，功耗低，调制速率高，耦合效率高，传输距离短，线性度差	500 米以内的短距离传输，如数据中心机柜内部传输、消费电子领域（3D 感应面部识别）

### 中国VCSEL光芯片(用于光通信领域)市场规模及增长预测

单位：亿美元



激光器VCSEL芯片占据整体光芯片市场的15%，相对于DFB和EML，其市场规模占比偏小，这主要是因为VCSEL应用有限，VCSEL芯片主要应用于光通信领域和消费电子领域，随着VCSEL芯片在消费电子领域（例如3D人脸识别应用、3D激光雷达等）中的应用不断扩大，VCSEL芯片整体市场规模将持续快速发展，但VCSEL芯片在光通信领域中的应用市场可能会受到挤压。2021年我国VCSEL芯片市场规模约为2.4亿美元，随着光模块等市场的持续增长及发展，CAGR将能保持在12.37%。预计至2026年，我国VCSEL芯片市场规模有望增长至约4.3亿美元。

适用于短距离的PIN使用最为广泛，灵敏度更高的APD适用于长距离，低端产品基本实现量产，中端产品已能批量生产，高端产品小批量生产

- **PIN探测器**：PIN即光电二极管，是一种两端半导体器件，其结构不同于普通二极管的地方在于重掺杂的P区和N区中间夹一层本征层(即I层，也被称为轻掺杂区)，在其两端施加不同的直流电，PIN管本征层(I层)的载流子数目会发生变化，这种二极管是一种低失真的偏流控制电阻器且具有良好的线性性能，**是使用最广泛的光电探测器之一。**
- **APD探测器**：APD即雪崩二极管，雪崩二极管与PIN光电二极管的结构相似，包括两个重掺杂区和两个轻掺杂区。雪崩二极管在高反向偏置条件下工作，通过光撞击或光子形成的电荷载流子使雪崩倍增，**雪崩作用可使光电二极管的增益提高数倍，以提供高灵敏度范围。**
- **PIN与APD比较**：PIN用于短距离、对灵敏度要求不高的光通信系统中；APD是高度灵敏、基于高速的二极管，其测量低范围光，因此用于需要高灵敏度不同的应用中，如**远距离光通信。**

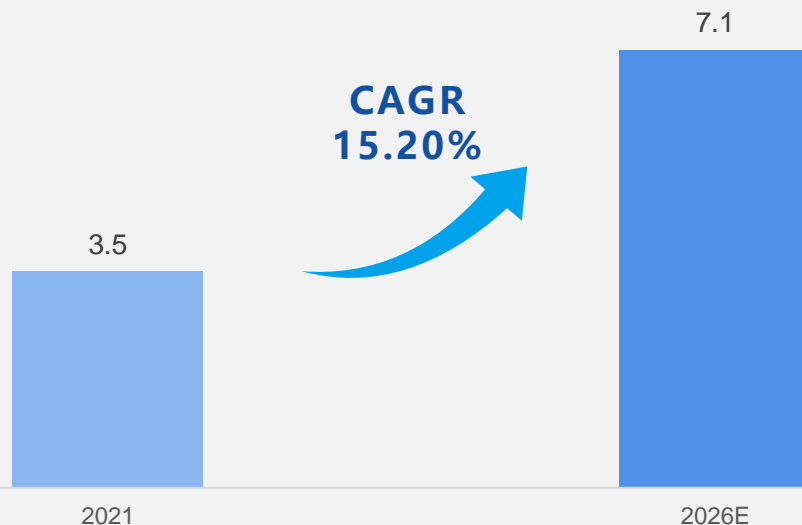
25G及以上速率的APD产品SiFotonics能批量生产，其他企业仍处于研发或客户产品验证阶段

25G及以上速率的PIN产品以芯思杰、三安光电为代表的企业已批量生产

包括华为海思、光迅科技、三安光电、光森电子、华芯半导体、芯思杰等，**10G及以下速率的PIN和APD产品已基本拥有自主量产能力**

## 中国PIN/APD光芯片市场规模及增长预测

单位：亿美元



PIN/APD探测器芯片占据整体光芯片市场的25%，与激光器芯片相比，探测器芯片在市场中的占比偏小，主要是因为市场主要以PIN/APD为主，而激光器芯片分类更多。PIN/APD技术相对成熟和完备，将随着光通信、光器件、光模块市场实现同步快速发展。2021年我国PIN/APD芯片市场规模约为3.5亿美元，随着市场对芯片升级的需求增长，CAGR将能保持在15.20%左右。预计至2026年，我国PIN/APD芯片市场规模有望增长至约7.1亿美元。

#### 第四章

# 行业细分 无源芯片

Segmentation of  
Industries



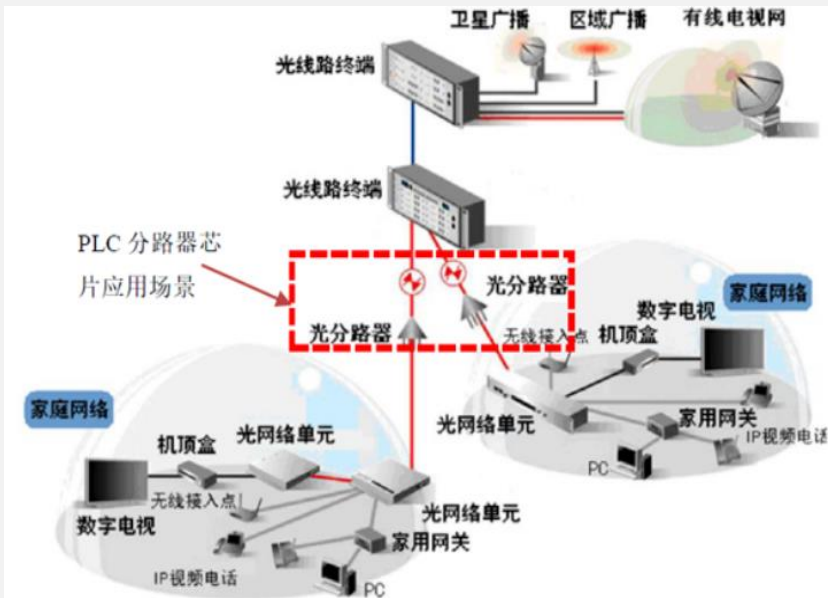
PLC分路器主要应用于光纤到户环节，国内龙头企业已能实现国产替代。



AWG能够应用于多个场景，当前国内龙头企业已掌握部分核心技术，有相当数量的企业能够实现自主量产。

## PLC分路器主要应用于光纤到户环节，国内龙头企业已能实现国产替代

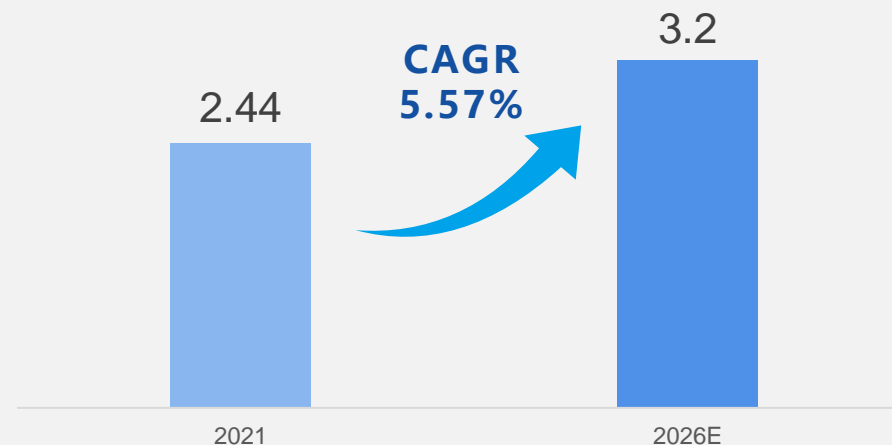
## PLC分路器芯片在光纤到户（FTTH）中的应用



- **PLC分路器**：PLC即平面光波导技术，通过在衬底上生长下包层和芯层材料，然后通过光刻和刻蚀等工艺形成特定的波导结构，最后再生长上包层，从而成为具有特定功能的 PLC 光芯片。PLC 分路器的主要功能是实现相同波长的信号的分路和合路，广泛应用于光纤到户的建设中。
- **国内PLC分路器发展现状**：与有源光芯片仍在较大程度上依赖进口的情况不同，我国在无源光芯片方面拥有国产化和进口替代的能力，尤其是用于PLC的光芯片，我国代表企业**光迅科技、仕佳光子（全球最大PLC芯片供应商）、博创科技**等均在PLC这一领域能够实现自主量产。

## 全球PLC芯片市场规模及增长预测

单位：亿美元



分别看国内外两个PLC市场，国内光纤入户比例高，市场已趋近饱和，当前主要开拓光纤入室（FTTR），这一部分还有较为广阔的市场

国外光纤入户渗透率仍偏低，因而PLC更多的需要开拓海外市场，随着疫情对生活的影响，海外光纤铺设需求强，是未来主要增长点。

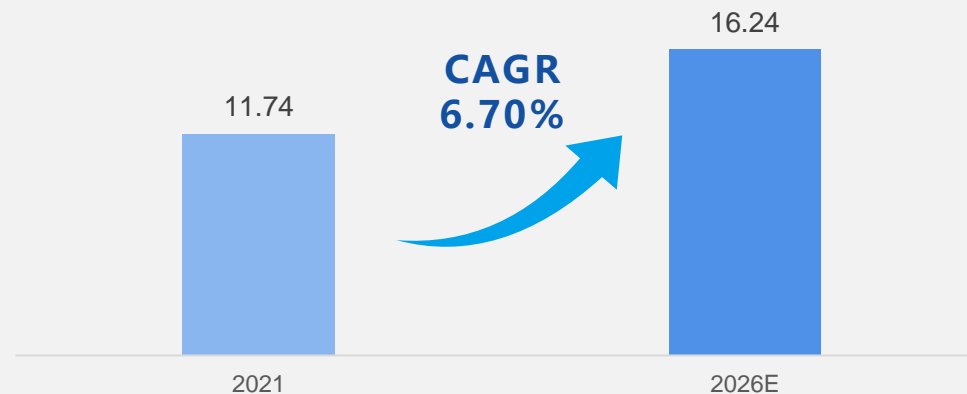
由于PLC本身毛利率在持续下降，市场整体规模较为有限，2021年全球PLC芯片市场规模约为2.44亿元，未来增长将主要由海外市场来支撑，CAGR预计能保持在5.57%左右，至2026年全球PLC芯片市场规模能达到约3.2亿元。

### AWG能够应用于多个场景，当前国内龙头企业已掌握部分核心技术，有相当数量的企业能够实现自主量产

- **AWG**: AWG即波导阵列光栅技术，是基于PLC技术方案的波分复用/解复用的核心器件之一，能够将不同波长的光信号实现复用和解复用。AWG结构灵活，集成度高，性能稳定，可以用于多个应用场景，包括数据中心、骨干网/核心网以及5G前传网络建设。
- **国内AWG发展现状**: 与用于PLC的芯片情况相似，我国在AWG光芯片方面也已经解决了部分设计和关键工艺的问题，与PLC领先企业情况较为相似，我国代表企业主要为光迅科技、仕佳光子、博创科技、天孚通信、共芯光子、安捷康光通、永鼎光电子等，前三者在数据中心和电信领域的AWG已处于领先地位，后四者在数据中心领域的AWG处于靠前位置。综合来看我国在AWG这一领域已能够实现自主量产，未来将向着更高技术方面升级。

### 全球AWG芯片市场规模及增长预测

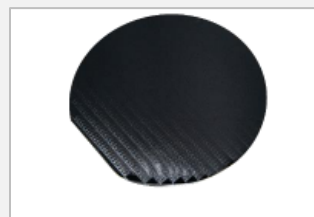
单位：亿美元



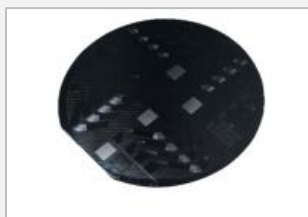
AWG芯片在电信领域中的应用较早，而作为合分波组件应用到光模块的时间起始于2015年，AWG相对于其他产品存在高性价比，尺寸和封装优势，因而逐步成为主流高速光模块合分波方案。同时AWG芯片在未来的硅光模块中也存在比较优势，这为AWG未来扩宽更多应用领域奠定良好基础。

2021年全球AWG芯片市场规模约为11.74亿元，未来增长将主要由数据中心增长来支撑，同时电信市场也能持续带来稳定贡献，综合来看CAGR能达到6.70%左右，预计至2026年全球AWG芯片市场规模能达到约16.24亿元。

### AWG芯片及其相关系列基本产品



AWG 晶圆 (4 通道)



AWG 晶圆 (48 通道)



AWG 芯片 (数据中心)



AWG 芯片 (DWDM)



数据中心 AWG 器件



DWDM AWG 器件

## 第五章

# 产业链概述

Overview of Industrial Chain



产业上游国产替代程度低，对外依赖度高。



产业中游竞争激烈，国内外龙头均在推动产业垂直整合。



产业下游均处于加速发展阶段，为光芯片市场需求增长提供有力支撑。

光芯片行业上游主要为原材料和生产设备供应商，光芯片一般采用三五族(III-V)元素化合物半导体为衬底，生产设备一般包括光刻机、刻蚀机、外研设备等；光芯片行业中游主要为下游光模块厂商提供有源光芯片（主要包括激光器芯片和探测器芯片）以及无源光芯片（主要包括PLC和AWG芯片）。下游光模块厂商将光芯片嵌入到光器件后，再将其与其他结构部件组合封装制成光模块，光模块将进一步应用于通信设备市场、电信运营市场和数据中心市场。

## 上游

### 基板/衬底供应商

InP系列



GaAs系列



### 生产配套设备商

光刻机



刻蚀机



外延设备



## 中游

### 光芯片制造商

国际龙头



国内龙头



光芯片龙头企业与下游光模块制造商高度重合，这也凸显出了产业融合的特点，产业垂直整合才能形成有效竞争力。

## 下游

### 光模块制造商



### 通信设备厂商



### 电信运营商



### 数据中心运营商



### 基板/衬底市场基本完全由国际龙头企业垄断，少量中国企业掌握生产技术但规模生产能力不足

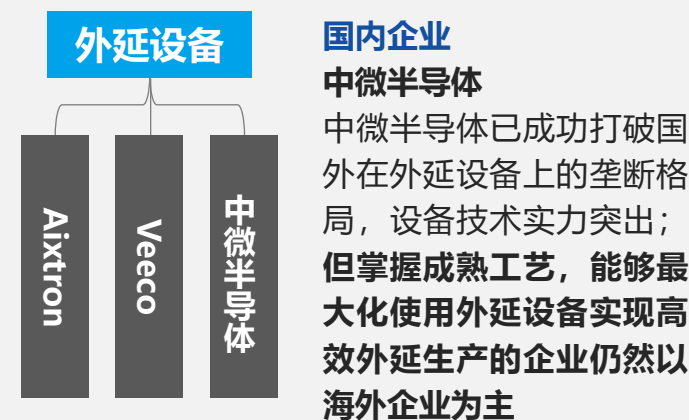
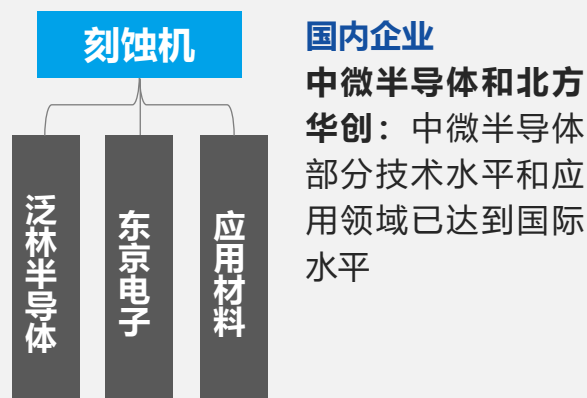
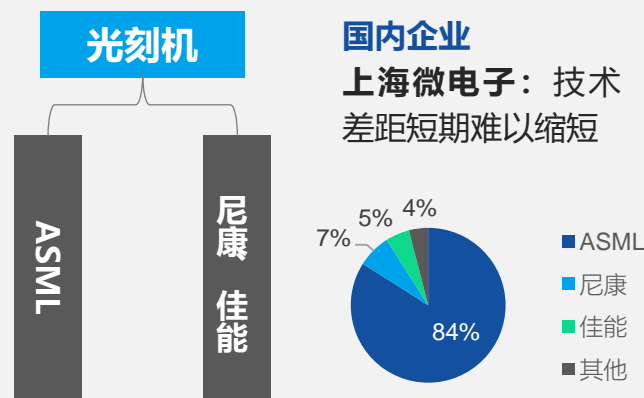
- 当前光芯片企业主要采用高频性能突出的InP化合物以及GaAs化合物半导体作为光芯片的衬底。
- InP和GaAs都具有**高频、高低温性能好、噪声小、抗辐射能力强**等优点，当前被广泛应用于激光器、探测器和光纤网络系统等领域，包括入户光纤、数据中心传输以及5G移动网络等。

### 基板/衬底国内外企业

衬底类型	主流尺寸	市场份额占比	国际龙头	中国厂商或研究所	中国企业竞争力
InP衬底	2-6英寸 2和3为常用 4和6为未来竞争焦点	80%由国际龙头占据	美国AXT、日本住友	北京通美（AXT控股）、中国电科13所、鼎泰芯源、北京世纪金光、云南锗业等	仅有少量研究所或厂商掌握了全尺寸技术并能制造InP衬底，但规模生产能力不足
GaAs衬底	2、4、6英寸	90%由国际龙头占据	美国AXT、日本住友、德国Freiberger	北京通美（AXT控股）、大庆佳昌、中科晶电、天津晶明、中科稼英半导体、海威华芯、有研新材料等	少量厂商掌握2和4英寸的生产技术，6英寸生产技术正在研发中，但由于生产经验和设备所限，规模生产能力不足

### 光刻机市场由国际巨头完全垄断；刻蚀机市场和外延设备市场同样由国际巨头占据较多市场份额，中国企业已在部分技术和应用领域打破垄断

作为光芯片生产中最为核心的三类配套生产设备，我国对外进口的依赖度仍偏大。



光芯片相关企业一般采取Fabless、Foundry以及IDM三大类模式，不同模式各有优缺点，IDM模式更为主流



光芯片类型	国外产品化能力	中国产品化能力	中国代表企业
10Gbs及以下所有光有源类型	批量生产	批量生产	光迅科技、海信宽带、华工科技等
25G DFB	批量生产	部分批量生产	光迅科技、华工科技、源杰科技等
25G EML	批量生产	部分批量生产	华为海思、光迅科技、海信宽带等
25G PIN	批量生产	部分批量生产	芯思杰、三安光电等
25G APD	批量生产	研发阶段及小批量	SiFotonics等
25G VCSEL	批量生产	研发及小批量	光迅科技、华工科技、仟目激光、华芯半导体、三安光电等
25G以上所有光有源类型	量产部分50G	研发阶段	/
PLC	批量生产	批量生产	光迅科技、仕佳光子、博创科技、太辰光等
AWG	批量生产	研发及批量生产	光迅科技、仕佳光子、博创科技等

### 光有源芯片

**10G及以下速率的低速光芯片市场已呈现高度竞争格局**，当前已有相当数量的企业能实现长期稳定的低速光芯片销售，低速光芯片市场已饱和，这一部分市场的利润率持续下降，以龙头企业为代表的企业已形成明显的规模效应。

### 光有源芯片

**25G速率的光芯片市场是当前市场内企业争夺的焦点**，龙头企业已能够批量生产部分25G速率光芯片并实现一定程度的国产替代，随着市场后续需求的进一步释放，25G速率光芯片的研发以及客户验收将陆续完成，后续中国企业批量生产能力将逐步提升。

### 光有源芯片

**25G速率以上的光芯片市场当前由国外龙头企业把控**，尤其是50G和100G这两个重点分支，国外龙头企业已能实现部分量产，国内企业均处于研发或客户验证阶段，差距相对明显。

### 光无源芯片

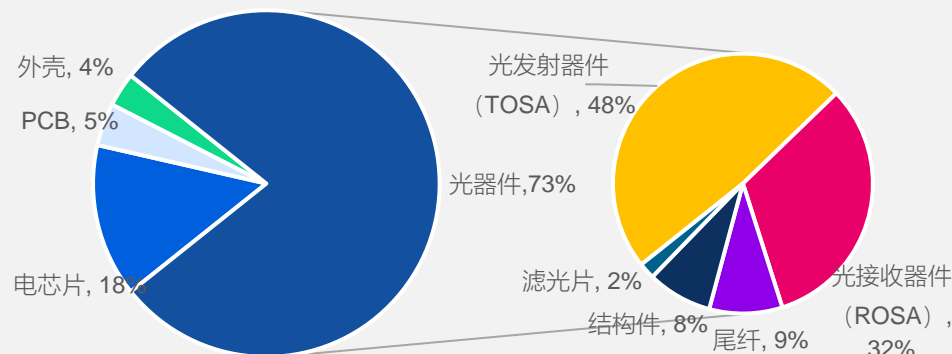
我国在无源光芯片方面**已拥有较为明显的国产化和进口替代能力**，部分国内企业在全全球市场份额中的占比较为突出，未来将主要推进AWG的研发以及海外市场的拓展。

光模块是光芯片的重要载体，而光芯片又是光模块成本中占比最大的部分；光模块行业正处于加速发展阶段中，将与光芯片行业实现共同发展

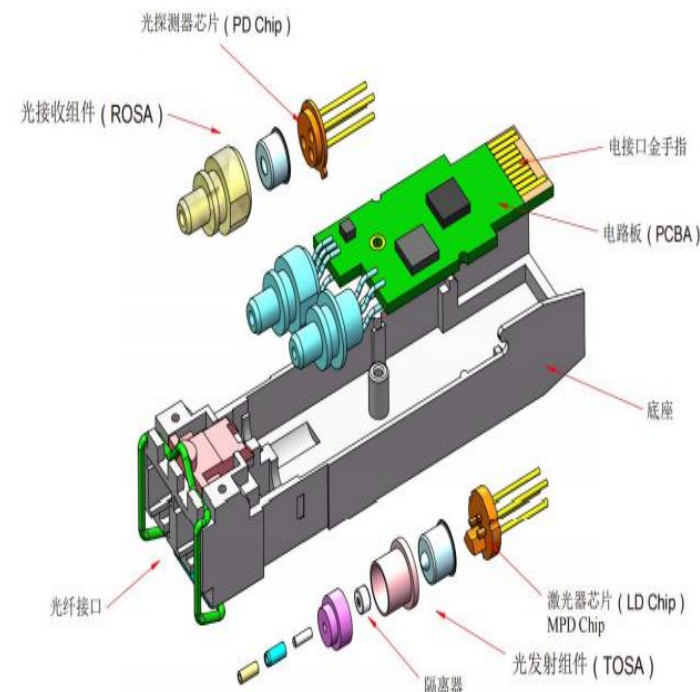
- 光模块是光纤通信系统的核心器件之一，其为多种模块类别的统称，包括：光接收模块，光发送模块，光收发一体模块和光转发模块等。当前市场中光模块一般指代的是**光收发一体模块**。
- 通常情况下，光模块由**光发射器件 (TOSA, 含激光器)**、**光接收器件 (ROSA, 含光探测器)**、**驱动电路、放大器和光 (电) 接口**等部分组成。
- 光模块主要用于实现**电-光和光-电**信号的转换，1.在发射端，一定速率的电信号经驱动电路处理后进入光发射器件；2.处理后的电信号驱动激光器发射出相应速率的调制光信号，通过光功率自动控制电路，输出稳定光信号；3.在接收端，一定速率的光信号由光探测器处理后转换为电信号；4.处理后的电信号经过放大器后输出相应功率的电信号。

- 光模块产品所需原材料一般包括光器件、电芯片、PCB以及外壳等，其中**光器件的成本占比达到了73%**。具体看光器件，光器件中光发射器件和**光接收器件两者共计占光器件成本的80%**，而光发射器件和光接收器件中激光器和探测器的核心**光芯片能占到激光器和探测器总成本的85%**。
- **光芯片在光模块整体成本中的占比随着传输速率的提升而增大**，10Gbs以下光模块中占比30%，10Gbs-25Gbs光模块中占比40%，25Gbs以上光模块中占比达到60%及以上。

### 光模块及光器件成本结构



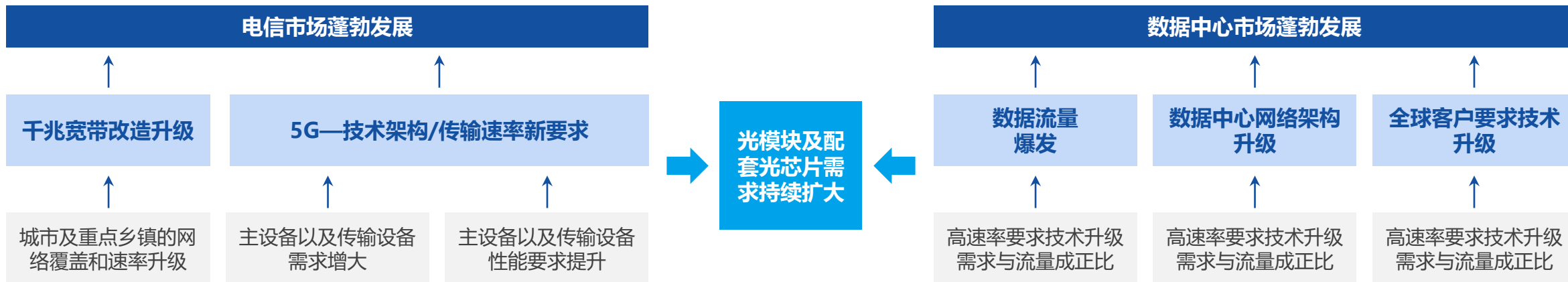
数据来源：亿渡数据



- 光模块行业已有25年左右的发展史，在技术升级的带动下行业整体处于**加速发展阶段**。
- 中国光模块企业在高端产品线仍处于落后状态，但随着在中低端产品线上呈现出的明显成本优势，**中国企业实现了中低端产品的垂直一体化，当前正在加速提升市场份额**。

- **固定互联网宽带向着千兆网络改造升级，城市及重点乡镇也将开展万兆无源光网络 (10G-PON) 设备部署。**当前光纤网络将沿着提升单通路传输速率、增加有效传输波段、增加空间复用维度（空分复用）等方向进行升级，此外扩大千兆光纤网络覆盖范围，推进相关设备部署将会在未来一段时间内提升行业景气度。
- **5G对设备的构架及数量和传输速率均有明显要求。**当前中国正处于4G网络向5G网络过渡的关键时期，在未来数年间将有大量设备更新的需求。同时为实现5G网络的高速率和低延迟双指标，各级光传输节点之间光端口速率要实现明显提升，前传光模块向25G及以上升级；中传光模块向100G及以上升级；回传需200G及以上升级。
- **通信设备和电信运营市场集中度高，中国企业优势明显。**通信设备方面，华为、爱立信（Ericsson）、诺基亚（Nokia）、中兴和思科（Cisco）为全球前5大通信设备供应商，占全球市场份额的75%左右，行业呈现多寡头竞争格局，其中华为也在积极布局光模块产业链上游；电信运营方面，中国移动、中国联通和中国电信为中国三大电信运营商，当前存在大量的5G基站建设需求。

- **数据流量爆炸式增长助推光模块（光芯片）需求扩大。**当前随着云计算、大数据、人工智能、虚拟现实等新兴技术的落地应用，数据流量呈现出指数爆炸式增长，这进一步促进了全球对超大型数据中心的需求的增长。Amazon、Google、Microsoft、Facebook（Meta）、腾讯、阿里巴巴等数据中心运营商将持续加速建设超大型数据中心并升级数据中心光端口速率。当前新建成的超大型数据中心以叶脊架构为主，各环节各端口使用40-400G速率的光模块。
- **数据中心的快速扩张对光模块整条产业链上下的技术升级提出严峻挑战。**过去10年间数据中心使用的光模块已完成多轮迭代升级，以北美市场为例，自2012年以10-40G光模块为主，到2022年龙头数据中心已进军400G光模块。



## 第六章

# 行业驱动因素

Industry drivers



光芯片作为光模块的核心，在未来一段时间内都将受益于光模块市场的扩张。



固网宽带改造升级、5G基站部署、数据中心扩容升级均将在未来较长时期内助力光芯片需求增长。



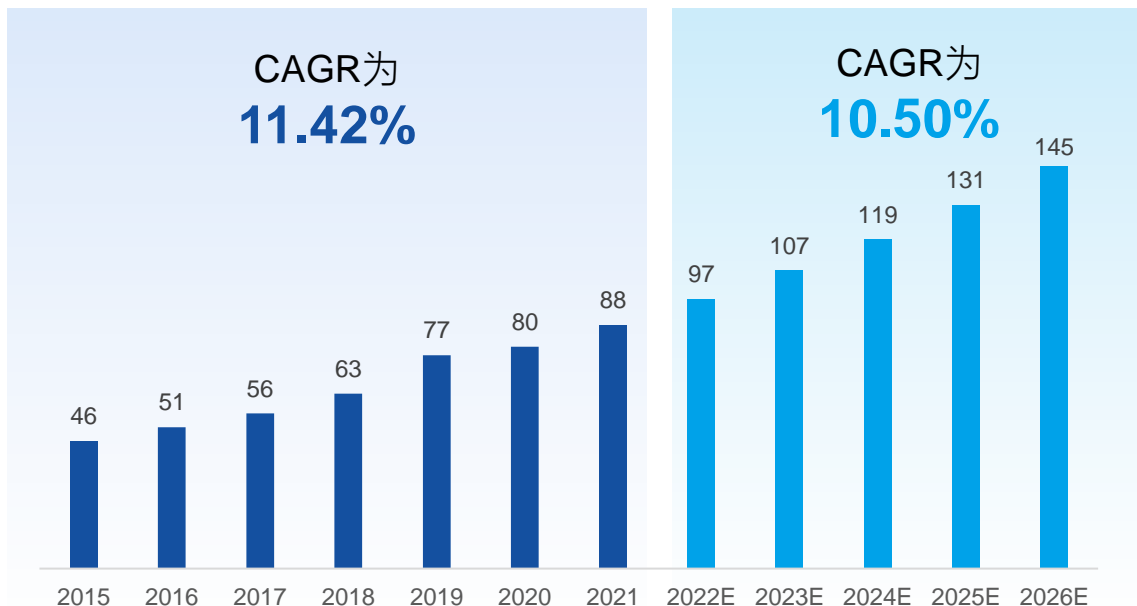
硅光技术将实现瓶颈突破，硅光模块市场后续增长将有效助力硅光芯片需求增长。

近年来，受益于应用场景的发展以及市场需求的快速增长，光模块市场规模实现加速扩张，并将在未来一段时间内继续保持较快发展势头

- 光芯片分为有源和无源光芯片两大类，根据中国光电子器件产业发展路线图以及多家中国上市龙头企业披露的数据来看，有源的光模块芯片市场在整体光芯片市场中占据绝大比例。作为光模块的核心，光芯片市场将在较大程度上受光模块市场驱动。
- 当前光模块行业正处于加速发展阶段，受益于应用场景的发展以及市场需求的快速增长，光模块行业整体保持着较快的增长趋势。全球光模块市场规模从2015年的46亿美元增长至2021年的88亿美元，CAGR为11.42%，增长势头强劲。随着下游需求的持续扩大，未来行业市场规模仍将长期保持增长势头，全球光模块市场规模2026年预计达到145亿美元。
- 光模块是构建我国现代高速信息网络基础设施的关键设备，是国家重点支持的高新技术产品，这也使得中国光模块市场保持快速增长势头，规模从2015年的16亿美元增长至2021年的32亿美元。随着我国光模块企业技术水平的提升以及更大的研发投入，中国光模块厂商将在未来逐步引领市场，再加上5G和数据中心的需求持续扩大，这为中国光模块市场实现更高速增长注入动力，预计2026年市场规模达到73亿美元。

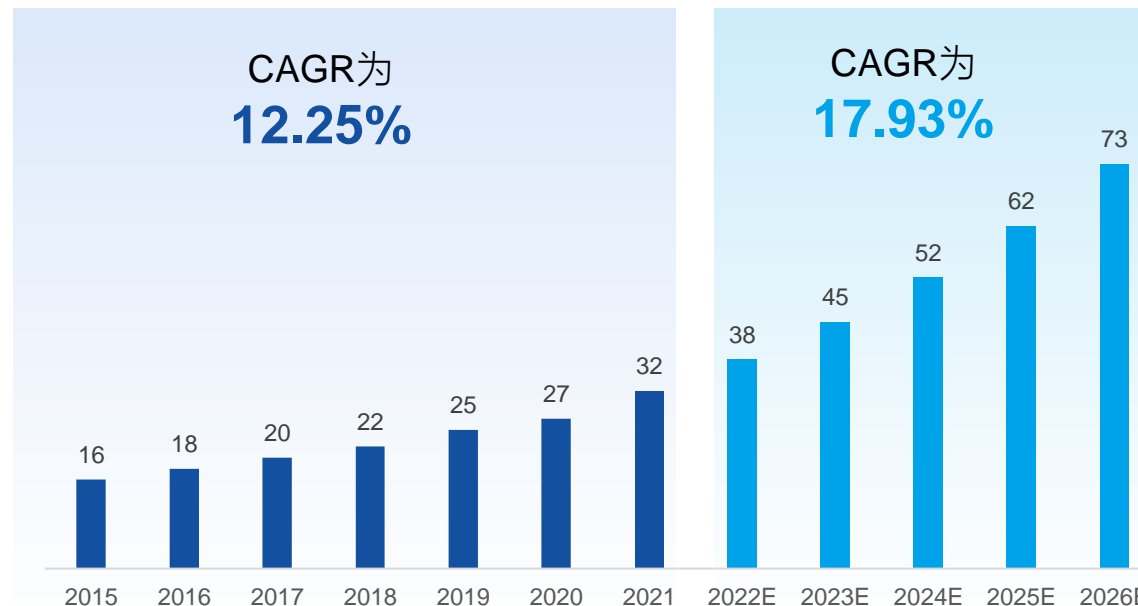
### 2015-2026年全球光模块市场规模及预测

单位：亿美元



### 2015-2026年中国光模块市场规模及预测

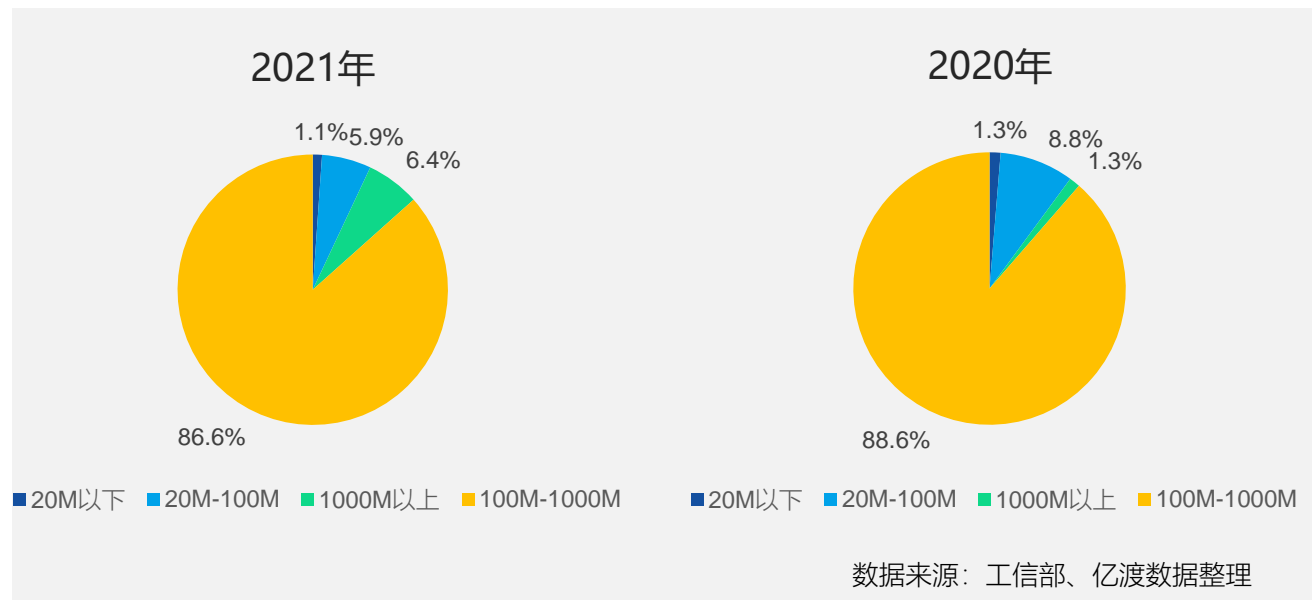
单位：亿美元



### 全部加快千兆光纤网络部署，扩大覆盖范围，推进万兆无源光网络设备投入使用，固网宽带改造升级为光芯片行业提供有力支撑

- **我国光纤渗透率已接近饱和，但光纤升级仍有空间。**截至2021年底，我国光纤接入（FTTH/O）端口已达9.6亿个，渗透率已达到94.3%；三家基础电信企业的固定互联网宽带接入用户总数达5.36亿户，其中100Mbps及以上接入速率的用户为4.98亿户，占总用户数的93%，1000Mbps及以上接入速率的用户为3456万户，占总用户的6.4%。
- 点到多点的光纤接入方式PON是我国运营商主要采用的光纤接入方式，包括E-PON或G-PON，随着超高清视频、虚拟现实等新技术的发展，E-PON和G-PON已逐渐无法适应用户对带宽的需求。**为实现网络的平滑升级，PON的升级将成为关键因素，EPON和GPON将向10G-PON技术升级。**
- 当前国家正在大力推进光纤通信网络的建设，多个“十四五”规划及行动计划均有明确提出全面部署千兆光纤网络，加快“千兆城市”建设、持续扩大千兆光纤网络（G-PON）覆盖范围、推进城市及重点乡镇万兆无源光网络（10G-PON）设备规模部署。
- 固定互联网光纤PON接入网络包括局端的OLT（光模块、板卡等），中间的ODN（光分路器、配线箱、光缆等）以及终端的ONT&ONU（光猫、企业中继CPE等）。
- 从光纤渗透率来看，当前已无需大规模改动ODN网络（仅需局部区域改造升级），光纤网络升级将主要发生在局端和终端。

#### 2020-2021年固定互联网宽带各接入速率用户占比情况



#### 千兆光纤网络建设主要指标

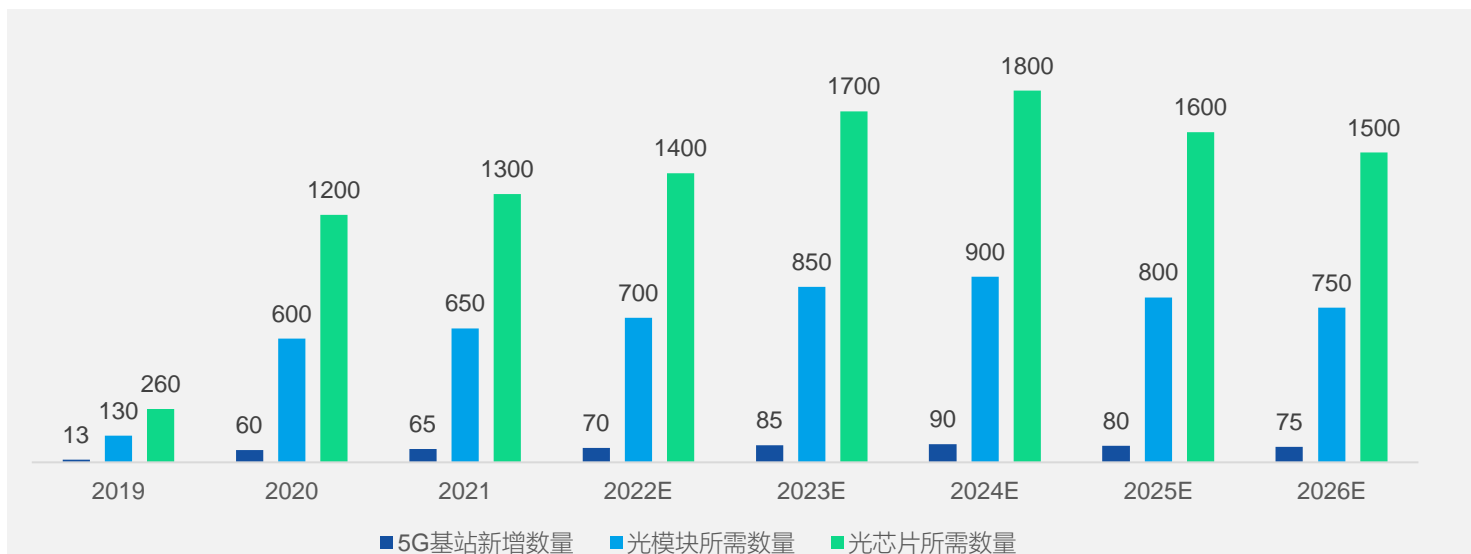
指标	2021年底	2023年底	2025年底
千兆光纤网络具备覆盖家庭数 (亿户)	2	4	/
10G-PON及以上端口数 (万个)	500	1000	1200
千兆宽带用户数 (万个)	1000	3000	6000
千兆城市数 (个)	20以上	100	/

### 5G整体建设节奏为“适度超前”，预计将逐步加快建设，架构转换以及5G网络对传输速率的要求都将不断增大光芯片的使用数量

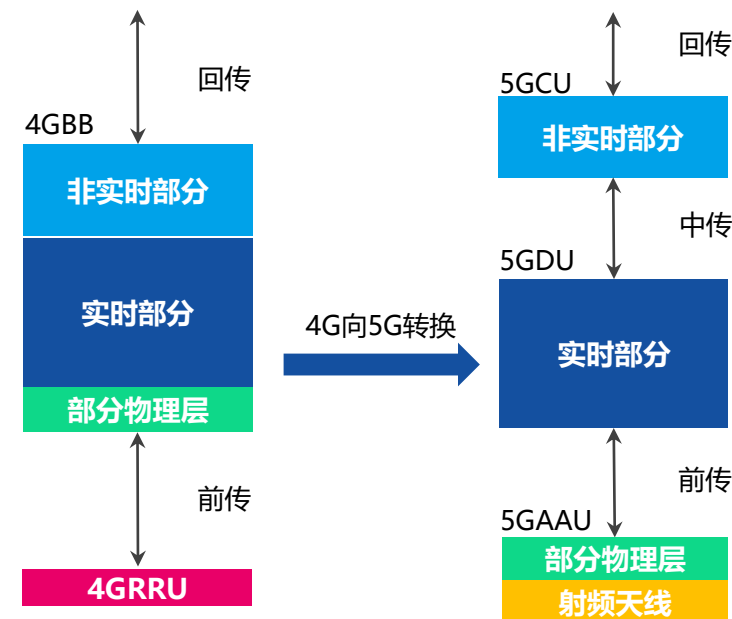
- 5G市场将有效刺激光模块的需求，从而同步带动光芯片的需求。
- 国家发展规划和各类行动计划将保证5G发展，5G基站建设持续推进，但整体节奏不会快速提升，将以“适度超前”的建设节奏培养5G应用生态和促进5G使用需求。2021年全年新建5G基站超65万个，并未达到众多机构预测的爆发式增长，这也证实了政策导向，预计未来将逐步加快建设速度并在实现规划计划基本要求后逐步回落，2024年预计将达到新建高峰，全年新建超90万基站，至2026年将建成538万个基站。
- 从4G向5G的升级最为明显的就是双层架构（包括前传和回传）转换为三层架构（前传、中传和回传）。基本估计1个5G基站将使用10个光模块，包括6个前传光模块，2个中传光模块和2个回传光模块。按照5G基站数量推算，2021年共计需要650万个光模块，一般而言光模块包含了激光器芯片和探测器芯片共2个，则对应的需要1300万个光芯片。预计2024年最高峰时，共计需要900万个光模块，则对应需要的光芯片数量为1800万个。同时需要注意的是后期5G网络建设逐渐完善时，对于光模块的传输速率要求也会不断提高，而这就要考验光芯片的性能，配有更高性能光芯片的光模块数量也需要持续增多。

### 2019-2026年全国5G基站建设所需光模块、光芯片数量及预测

单位：万个



数据来源：亿渡数据



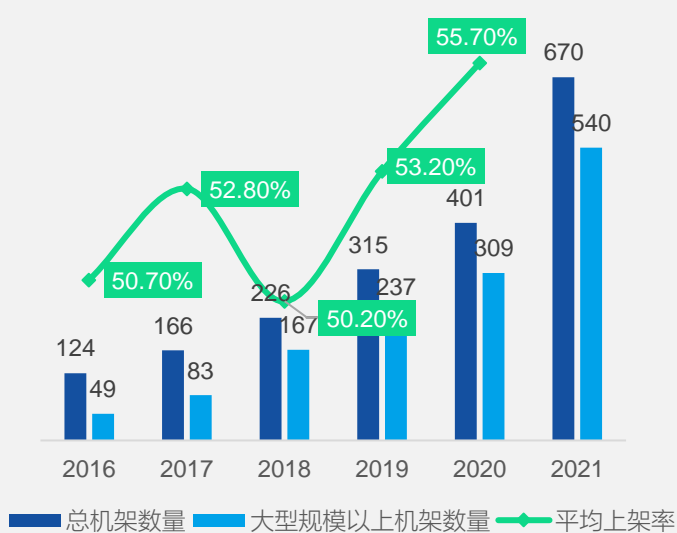
### 数据中心市场规模的扩张为数据中心提升容量和升级奠定基础，在此基础上将有力拉动光模块以及光芯片的需求增长

- 数据中心市场同样在刺激光模块需求的同时拉动对光芯片的需求。
- 数据流量增长是光模块以及光芯片增长的核心动力。随着云服务、5G商用、物联网、人工智能、虚拟现实等场景的发展及疫情催化，全球数据流量出现了爆发式增长。
- 国内数据中心机架数量持续增长，市场规模加速扩大，将有力拉动光模块以及光芯片的需求增长。2021年，全国在用数据中心机架数量为670万架，其中大型规模以上达到540万架，平均上架率超过56%；2021年中国数据中心市场规模为1500亿元，2017年以来CAGR达到30.78%，未来至2026年CAGR仍能保持在26.70%，市场规模达到3866亿元。当前市场在巨头激烈竞争的格局下，超大型数据中心容量不断提升，这为购置更多高速光芯片和替换升级旧光芯片奠定基础。

- 当前数据中心市场中东西向流量（即各个数据中心间的流量）占据市场主流，这促使着数据中心架构进行调整优化。
- 叶脊构架是当前首选，其能使数据中心规模扁平化，可扩展性更强，降低延时。采用叶脊构架意味着需要更多的交换机，交换机之间需要更高光纤覆盖率来满足内部巨大流量的互通，由于交换机之间的连接都需要光模块来完成，因此，叶脊架构所需高速光模块数量巨大，是传统三层架构的15-30倍，这意味着光芯片的需求也将放大30-60倍。

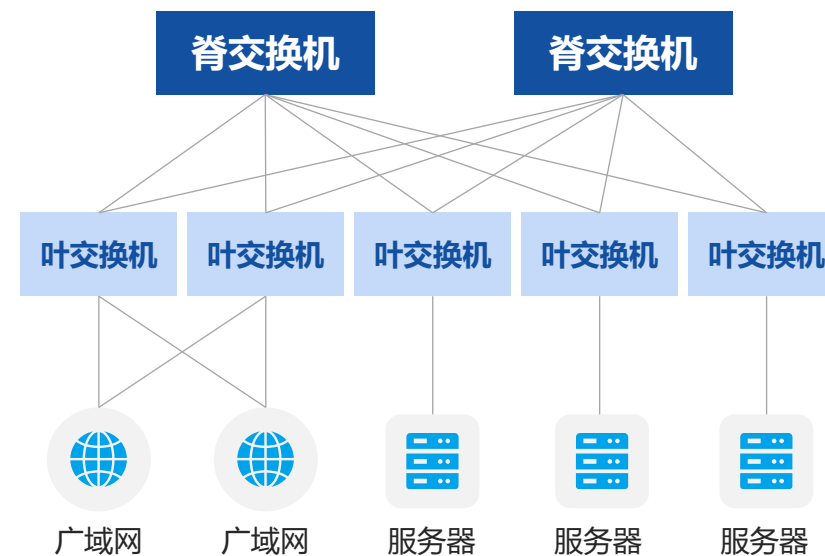
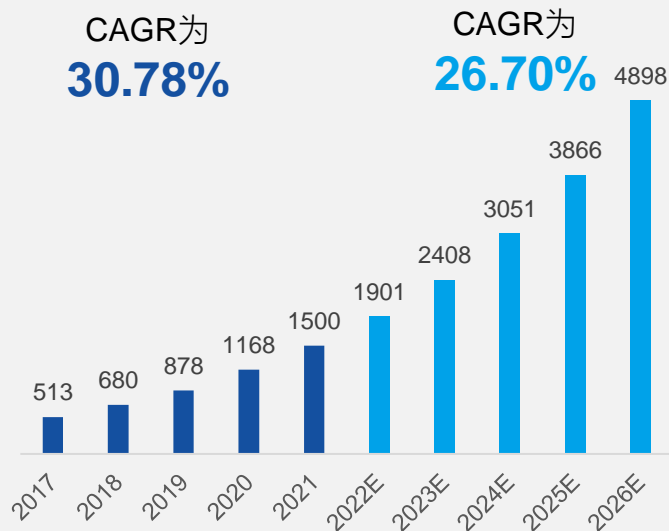
#### 2016-2021年我国在用数据中心机架规模数量

单位：万架



#### 2017-2026年中国数据中心市场规模及预测

单位：亿元



### 硅光技术具备高速率、低功耗、集成度高等突出优势，将更适用于满足未来需求

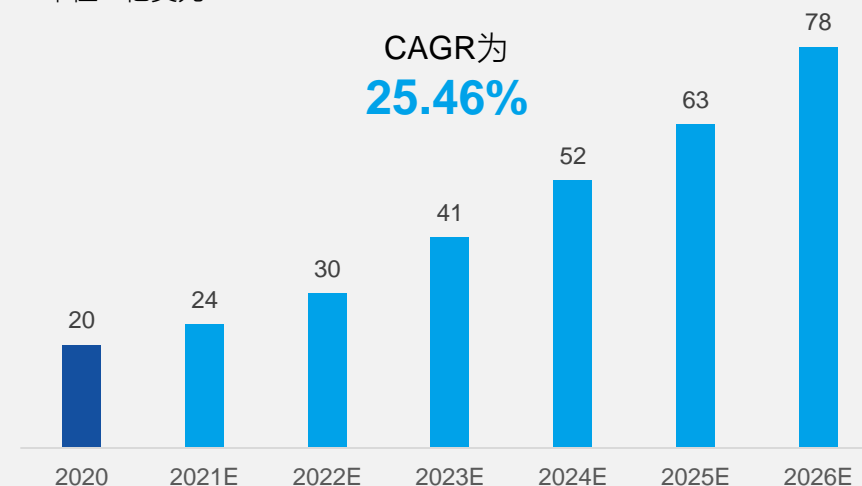
- **硅光技术能打破传输瓶颈。**传统光模块一般采用III-V族半导体芯片、高速电路硅芯片、光学组件等器件封装而成，本质上属于“电互联”。随着晶体管加工尺寸的持续缩小，电互联会逐渐面临传输瓶颈，硅光技术应运而生。硅光芯片内的功能部件主要通过光子介质传输信息，连接速度更快，因此更适合数据中心和中长距离相干通信等应用场景。
- **硅光技术能有效降低成本并控制能耗。**传统光模块采用分立式结构，光器件部件多，封装工序复杂且需要较多人工成本。而硅光模块将多路激光器，调制器和多路探测器等光芯片都集成在硅光芯片上，体积大幅减小，有效降低材料成本、芯片成本、封装成本，同时也能有效控制功耗。
- **硅光技术集成度高可解决速率瓶颈。**未来400G、800G甚至1.6T光模块将逐步成为市场主要产品，由于单通道光芯片速率瓶颈问题，多通道的PAM4电调制方案将不可或缺。而电调制带来的损耗较大，要求传统方案光模块内部激光器、调制器等器件更加紧凑，激光器芯片处于裸露状态，受环境损耗的可能性大幅度提升。另外通道数的增加导致器件数量增加，器件集成复杂度和工作温度提升带来的问题都具备较大挑战性。而硅光技术通过高度集成能很好解决以上问题。

### 硅光模块市场将实现快速增长，当前企业均有布局，配套硅光芯片也在推进中

- **硅光模块市场规模将快速增长。**根据测算，2020年全球硅光模块市场规模约20亿美元左右，预计2026年市场规模将达到78亿美元，CAGR为25.46%。2020年硅光模块在光模块整体市场中的占比不足20%，而至2026年硅光技术的竞争优势随着需求不断凸显，市场规模占比有望达到50%。
- **当前市场窗口已错过，有望在后续切入市场。**目前市场中以100GCWDM4、PSM4和相干DWDM硅光模块为主，而传统光模块在200G、400G产业链已比较完善的情况下，成本控制优势突出竞争力较强，后续800G甚至1.6T光模块将是硅光技术切入的时间点。
- **硅光模块市场领先企业主要为海外企业，中国企业也加速布局，有望在未来形成竞争力。**当前市场上具备硅光模块大批量出货能力的主要是Intel、Cisco等国外企业，而华为海思、光迅科技、海信宽带、中际旭创、新易盛、亨通光电、博创科技等企业也已经陆续发布了基于硅光技术的400G光模块产品解决方案，硅光技术在产业化、国产化等进程中不断加快，随着技术进一步成熟，有望逐步形成有效竞争力。

#### 2020-2026年全球硅光模块市场规模及预测

单位：亿美元



数据来源：亿渡数据

第七章

# 行业典型 企业介绍

Company  
Introduction



**II-VI**  
II-VI(Finisar)




 LUMENTUM  
Lumentum



**Accelink**  
武汉光迅科技股份有限公司



 HGTECH  
华工科技产业股份有限公司



 博创科技  
BROADEX TECHNOLOGIES  
博创科技股份有限公司



 仕佳光子  
SHIJIA PHOTONS  
河南仕佳光子科技股份有限公司

## 企业介绍

Finisar（中文译名“菲尼萨”）成立于1987年，总部位于美国硅谷，为**全球光模块行业龙头**，系垂直一体化产品全覆盖公司。2018年11月，II-VI（中文译名“高意”）宣布以共计32亿美元的现金和股票交易形式收购Finisar，在收购前II-VI占据全球光通信器件行业的无源器件市场第一，而Finisar为有源器件市场第一，**双方产品组合没有重叠，垂直整合后拥有光器件、光模块、光芯片全产品链。**

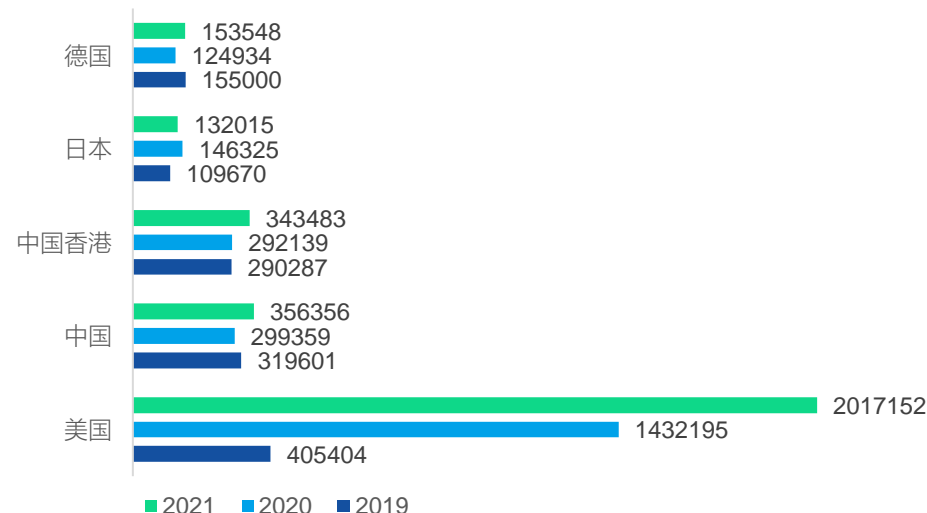
## 公司区域分布情况

如下表所示，II-VI在全球多地设置了生产和研发基地以及分销公司。而按照区域划分的营收结构中，**美国、中国（包括中国香港）、日本、德国是II-VI最主要销售区域（包含了Finisar的销售收入）**，其中北美始终是II-VI第一大销售市场，中国的销售比重在增大，但以中际旭创、海信宽带、光迅科技为首的国内龙头企业在不断蚕食Finisar市场份额。

地区	主要用途	主要业务部门	占地面积（英尺）	所有权
中国	制造、研发和分销	复合半导体与光子解决方案	3,138,000	拥有和租赁
马来西亚	制造	光子解决方案	640,000	拥有
英国	制造、研发	复合半导体与光子解决方案	319,000	拥有和租赁
菲律宾	制造	复合半导体	318,000	租赁
越南	制造	复合半导体与光子解决方案	211,000	拥有和租赁
瑞士	制造、研发和分销	复合半导体	118,000	租赁
德国	制造和分销	复合半导体与光子解决方案	101,000	拥有和租赁

## 2019-2021年II-VI在主要销售地区的销售走势

单位：千美元



数据来源：公司财报、亿渡数据整理

如上图所示，2020年II-VI在五大主要销售区域中，美国地区的销售实现了巨大幅度的提升，由4.05亿美元上升至14.32亿美元，这主要是得益于收购的Finisar并入财务报表，但中国和德国的销售收入在2020年出现了下滑，中国香港的销售收入也仅保持持平，日本的销售收入小幅度上升，这主要是受到了新冠疫情的负面影响，但2021年除日本外，在其余四大销售区域销售收入均实现了较为明显的增长，其中美国地区销售收入达到20.17亿美元，中国和中国香港分别达到了3.56亿美元和3.43亿美元，再加上中国台湾的1.14亿美元，**整个中国区域销售额达到了8.13亿美元。美国和中国仍将在未来很长一段时期内为II-VI最重要的客户。**

## 企业介绍

Lumentum（中文译名“朗美通”）的前身包括1979年注册的Uniphase和1982年注册的JDS，1999年两家合并为JDSU，2015年JDSU拆分为两家独立上市公司，其中一家为Lumentum。Lumentum延续了JDSU在光学技术领域的领先地位，在光通信方面，公司横向覆盖了全类型光器件，纵向实现垂直整合生产。

## 公司主要客户

Lumentum的客户主要包括：谷歌、苹果、Ciena、思科、华为、Infinera、中际旭创、NEC、诺基亚和中兴。**2019-2021年，谷歌、华为和Ciena对Lumentum的收入贡献分别超过10%**。如下表所示，苹果是Lumentum第一大客户，同时收入贡献占比在持续上升，而**第二大客户华为的收入贡献占比正在逐年下降**，至2021年起收入贡献占比下滑至10.8%与第三大客户Ciena基本持平，这主要是华为受到了美国当方面的科技封锁与制裁，致使华为购买相关高科技产品受到了极大限制，这一负面影响还将长期存在。

客户名称	2019	2020	2021
	贡献占比 (%)	贡献占比 (%)	贡献占比 (%)
苹果	21.0	26.0%	30.2%
华为	15.2%	13.2%	10.8%
Ciena	13.7%	*	10.1%

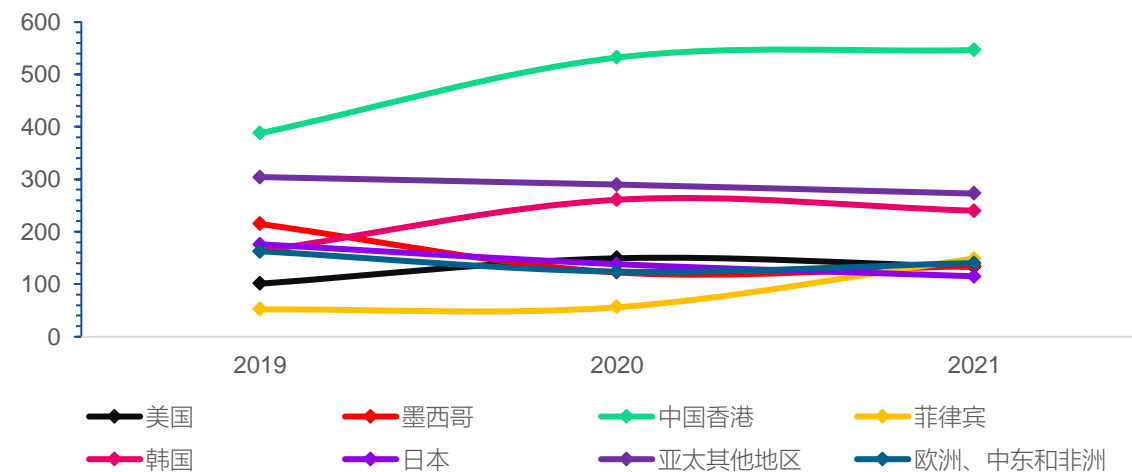
\*代表收入贡献没有超过10%

## 公司业务调整情况

当前Lumentum的重点生产工厂位于美国、泰国、中国、英国、斯洛文尼亚和日本，但在2020财年，已停止数通光模块的开发与制造，这影响到美国和中国的数通光模块团队，尽管公司预计数通光模块在未来几年将有强劲增长，但市场竞争持续加剧，市场毛利率会面临巨大挑战，在收购Oclaro后，公司已拥有差异化领导地位，未来将专注于光芯片的开发与制造。

## 2019-2021年Lumentum在主要销售地区的销售走势

单位：百万美元



资料来源：公司年报/官网、亿渡数据整理

**2019-2021年中国香港、韩国、亚太其他地区为Lumentum最主要的销售地区。**2021年中国香港、韩国、亚太其他地区的收入分别为546.3百万美元、240百万美元，272.7百万美元，收入贡献占比分别为31.3%、13.8%和15.7%，其中中国香港地区收入呈现较快增长势头，亚太其他地区收入缓慢下降、韩国收入先升后降。根据Lumentum的统计口径，其收入统计的是最初发货地区或国家，**中国和韩国是Lumentum最重要的客户。**

## 企业介绍

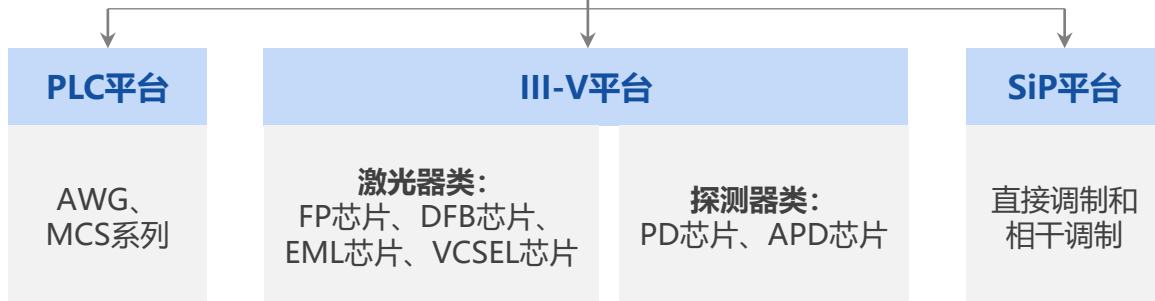
武汉光迅科技股份有限公司（以下简称“光迅科技”）成立于2001年，2009年登陆深交所（证券代码002281）。光迅科技主要从事光通信领域内光电子器件的开发及制造，是一家有能力对光电器件进行系统性、战略性研究开发的高新技术企业。

## 公司主要产品及优势

- 光迅科技形成了半导体材料生长、半导体工艺与平面光波导技术、光学设计与封装技术、高频仿真与设计技术、热分析与机械设计技术、软件控制与子系统开发技术六大核心技术工艺平台，拥有业界最广泛的端到端产品线和整体解决方案，具备从芯片到器件、模块、子系统全系列产品的垂直整合能力。
- 在III-V芯片领域，光迅科技已实现10G及以下全类型芯片的量产，此外25GDFB（用于传输侧）和25GVCSEL芯片可以实现量产（能满足自身需求的60%左右），25EML可以批量供应但没有出货。公司目前并无对外销售光芯片的计划。



三大光电芯片平台

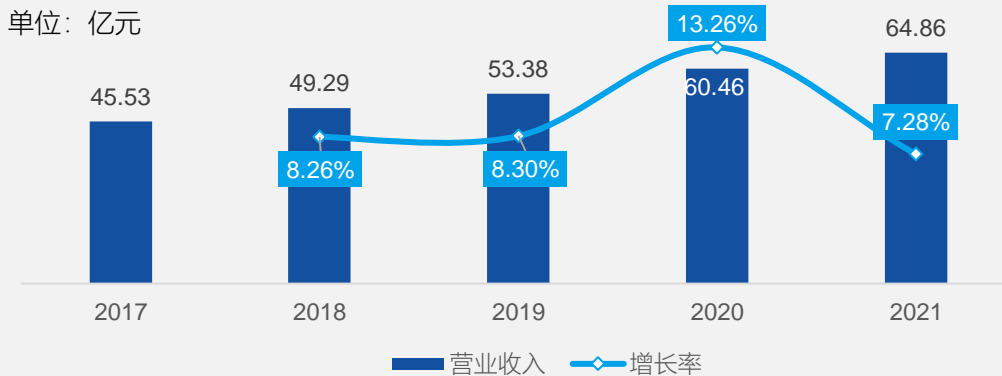


## 公司基本财务数据

**2017年以来营业收入保持增长势头。**2017-2020年公司全年营业收入保持增长向好势头。2020年达到60.46亿元，增速为13.26%，创造新高。2021年，公司营业收入为64.86亿元，同比增长了7.28%，增速有所下降。

### 2017-2021年公司营业收入及增长

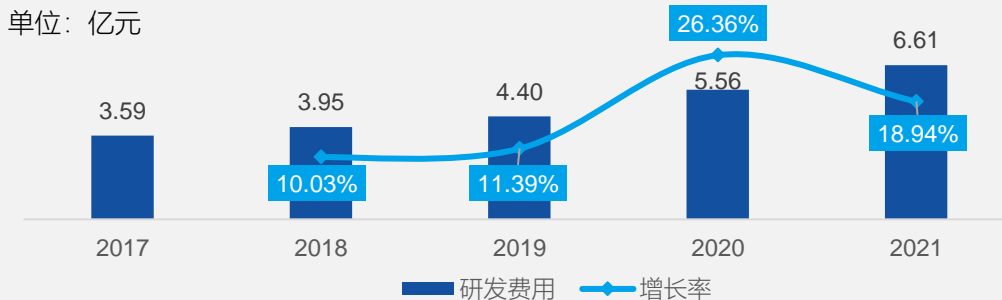
单位：亿元



**2017年以来研发费用支出稳步上涨。**2017-2020年公司全年研发投入保持快速增长势头。2020年达到5.56亿元，增速为26.36%，研发重视程度不断加深。2021公司研发费用为6.61亿元，同比增长了18.94%，增速保持在较高位。

### 2017-2021公司研发费用及增长

单位：亿元



### 企业介绍

华工科技产业股份有限公司（以下简称“华工科技”）成立于1999年，2000年登陆深交所（证券代码000988），是集“研发、生产、销售、服务”为一体的高科技企业集团，经过多年的技术、产品积淀，形成了以激光加工技术为重要支撑的智能制造装备业务、以信息通信技术为重要支撑的光联接、无线联接业务，以敏感电子技术为重要支撑的传感器业务格局。

### 公司主要产品及优势

华工科技2021年完成了校企分离改革，实际控制人由华中科技大学变更为武汉市国资委，为公司开启系统性成长、拓展战略空间奠定基础。华工科技旗下核心子公司华工科技投资管理有限公司牵头成立了武汉云岭光电有限公司（以下简称“云岭光电”）。云岭光电云岭光电10G及以下系列（包括DFB、EML和PIN）的自供量产占比达到80%，25GDFB已通过严格测试达到量产标准，25GEML芯片研发也基本完成。



两大核心子公司

#### 华工正源

产品广泛应用于数字、模拟通信等领域，市场占有率处于行业前列，当前华工正源已实现25G到400G全系列光模块产品线的覆盖

#### 华工科技投管

##### 云岭光电

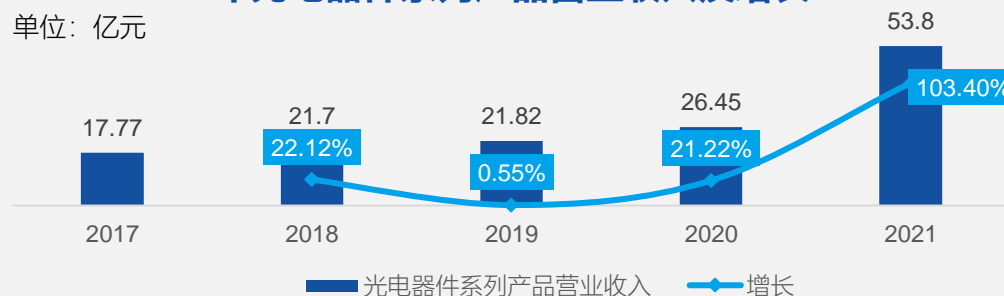
专注于中高端光通信半导体光芯片（主要为光通信用激光器和探测器芯片），是拥有完全自主知识产权，具备全流程生产能力的IDM光芯片企业

### 公司基本财务数据

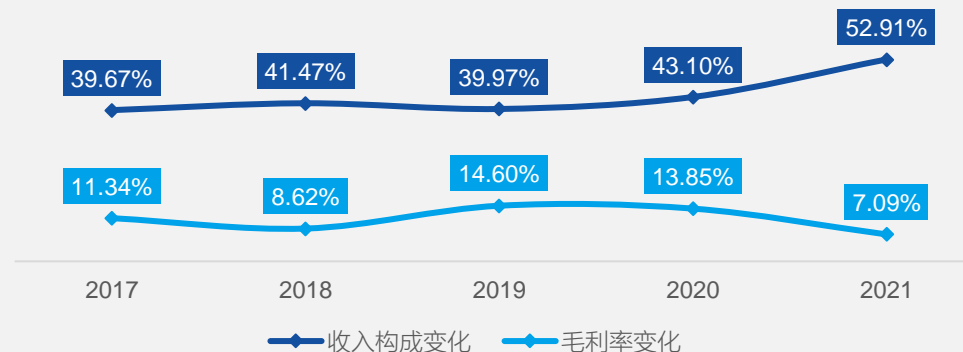
2017年以来光电器件系列产品营业收入持续增长。其中2017-2020年，光电器件系列产品营业收入增长波动相对较大，尤其是2019年光电器件系列产品营业收入增长仅为0.55%，而2018年和2020年均实现了20%以上的增长幅度。2021年，光电器件系列产品营业收入实现了历史最大幅度增长，全年53.8亿元，同比增长103.40%，光电器件系列产品营业收入已占华工科技所有主营业务的52.91%，成为公司第一大支柱业务，但光电器件系列产品的毛利率下滑至低位。

#### 2017-2021年光电器件系列产品营业收入及增长

单位：亿元



#### 2017-2021年光电器件系列产品营业收入构成和毛利率变化



## 企业介绍

博创科技股份有限公司（以下简称“博创科技”）成立于2003年，2016年登陆深交所（证券代码300548），博创科技的主营业务为光通信领域集成光电子器件的研发、生产和销售，主要产品应用市场包括接入、传输、无线和数据通信四大领域。

## 公司主要产品及优势

- 博创科技当前的光无源产品有PLC光分路器、阵列波导光栅(AWG)和可调光功率波分复用器(VMUX)、用于光功率衰减的MEMS可调光衰减器以及光纤阵列等。博创科技于2019年收购Kaiaam位于英国的PLC业务，从而使得博创科技具备了PLC芯片及MEMS芯片自给能力。
- 博创科技基于自有PLC平台正在加大对高端DWDM器件、无热型AWG模块、MEMS技术等研发项目的投入力度，当前已完成新型VOA、新型无热型AWG和高端VMUX的研发项目，高端产品种类丰富。

## 公司竞争优势

### 产品优势

PLC光分路器、密集波分复用(DWDM)器件和10G PON光模块占据全球领先市场份额

### 技术优势

公司收购海外优质企业积累了技术，此外公司及子公司拥有发明专利和实用新型专利超30项，并拥有多项专有技术和软件著作权

### 成本优势

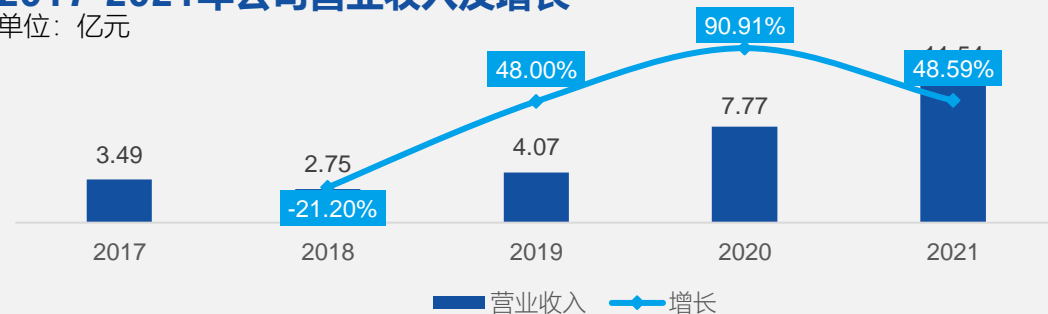
公司构建了完善齐备的质量管理体系和成本管控制度，同时改善了产品工艺和研发新型器件，有效提高生产效率和降低成本

## 公司基本财务数据

2017年以来公司营业收入在经历波动后实现增长。2018年，博创科技的营业收入下降至2.75亿元，同比下降了21.20%，主要是受到了核心海外客户经营不善的负面影响。自2019年公司营业收入再次进入上升通道，2021年公司营业收入达到11.54亿元，同比增长48.59%，增速仍保持在高位。

### 2017-2021年公司营业收入及增长

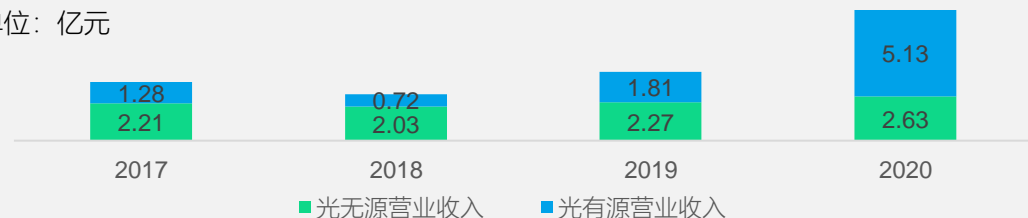
单位：亿元



2017年以来公司的营业收入构成逐步实现逆转。2017-2018年，公司的光无源器件营业收入占据绝大多数比例，分别为63.32%和73.82%。2019年，公司光有源器件收入大幅增长，其占比大幅提升至44.36%，2020年光有源器件收入大幅超越光无源器件，占比为66.11%，2021年公司不再披露无源和有源的占比情况。

### 2017-2020年公司营业收入构成

单位：亿元



## 企业介绍

河南仕佳光子科技股份有限公司（以下简称“仕佳光子”）成立于2010年，2020年登陆科创板（证券代码688313），仕佳光子经过多年的研发和产业化积累，针对光通信行业核心的芯片环节，公司系统建立了覆盖芯片设计、晶圆制造、芯片加工、封装测试的IDM全流程业务体系。

## 公司主要产品及优势

仕佳光子背靠中科院半导体所，从单一的PLC分路器芯片突破至系列无源芯片（PLC分路器芯片、AWG芯片、VOA芯片和微透镜芯片）、有源芯片（DFB激光器芯片），从晶圆制造和芯片加工进一步拓展至封装测试环节，当前在部分光芯片产品方面成功实现了国产化和进口替代。

## 公司竞争优势

### 产学研优势

公司与中科院半导体所长期建立院企合作关系，拥有235名研发人员和10名中科院专家顾问

### 技术积累优势

公司拥有授权专利等各类知识产权211项（其中发明专利37项），牵头多项国家重点项目并建立相关实验室

### 以芯片为主的产品优势

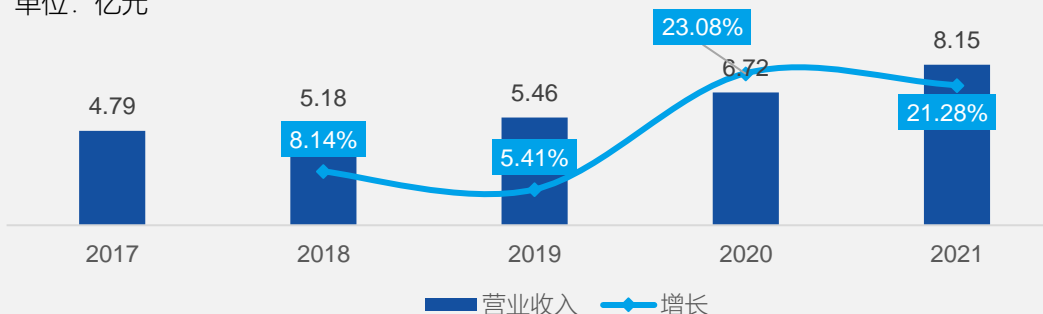
公司围绕光芯片进行横向拓展和纵向延伸，未来将向有源+无源的光电集成方向演进，同时由芯片逐步向器件模块领域延伸。

## 公司基本财务数据

**2017年以来公司营业收入实现稳步增长。**2020年，仕佳光子营业收入为6.72亿元，同比增长23.08%，为2017年以来最大涨幅。在此基础上，2021年仕佳光子的营业收入进一步增长至8.15亿元，同比增速为21.28%，这主要是得益于公司逐步倾向于高单价、高毛利率产品。

### 2017-2021年公司营业收入及增长

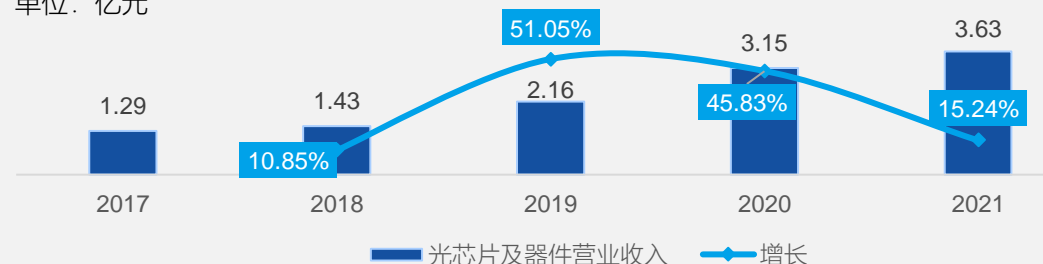
单位：亿元



**2017年以来公司光芯片及器件营业收入加速扩大。**2017-2018年，仕佳光子的光芯片及器件营业收入均不到1.5亿元，与公司室内光缆和线缆材料营业收入水平相当。自2019年开始，公司光芯片及器件营业收入实现快速增长，至2021年已上升至3.63亿元，同比增速为15.24%，显著高于室内光缆和线缆材料营业收入。

### 2017-2021年公司光芯片及器件营业收入及增长

单位：亿元



## 第八章

# 行业并购融资情况

Industry drivers



国外龙头企业收购事件频繁发生，高端市场入场门槛不断抬升。



国内企业加快并购速度来逐步提升研发和技术水平。



国内融资持续扩大，知名投资机构频繁介入，融资规模同步增大。

国外龙头企业收购事件频繁发生，高端市场入场门槛不断抬升，国内企业通过收购海外企业跟上步伐。2018年，光芯片、光模块、光器件产业链巨头Lumentum并购了同行业巨头Oclaro，同一年II-VI与Finisar强强联合，将无源和有源两大领域的竞争力进行整合，成为行业巨无霸；此外值得注意的是Cisco这类互联网技术巨头也持续通过大规模的并购加入到光芯片市场的竞争中来，而在2021年Lumentum又投入大量资金进一步扩大技术和产品优势。可以看到国外龙头企业已率先启动，高端资源的垂直整合将进一步巩固其市场地位，并大幅度抬高后来者的入局门槛。在相同的时间段内，国内企业也在加紧并购速度来提升研发和技术水平，但从并购规模来看，国内外有相对明显的差距，这主要也受到光芯片行业面临的研发风险、投资风险、竞争风险等的影响。

### 近年来光芯片行业相关并购事件汇总

并购方	被并购对象	时间	金额	并购意图
Lumentum	Oclaro	2018	18亿美元	强化InP激光器，光子集成技术和相干器件模块研发生产能力
II-VI	Finisar	2018	32亿美元	强化InP/GaAs光电子器件和光芯片研发生产能力，实现WSS器件、数通模块、电信模块、ROADM和3D传感以及激光雷达（LiDAR）等领域的技术提升
Cisco	Luxtera	2018	6.6亿美元	强化光芯片产品研发生产能力
Cisco	Acacia	2019	26亿美元	强化光芯片及配套产品研发生产能力
博创科技	Kaiam	2019	550万美元	强化PLC及相关产品研发生产能力
光库科技	Lumentum意大利产品线	2019	1700万美元	扩大丰富LiNbO3产品线
华西股份	索尔思 (Source Photonics)	2020	10亿元	传略转型布局光芯片领域
Lumentum	Coherent	2021	66亿美元	强化光子学和激光业务
熹联光芯	Sicoya	2021	/	布局硅光芯片

**国内融资事件数量持续增长，融资规模同步扩大。**近年来，半导体投资成为市场热点，从半导体行业整体来看，主要分为集成电路、光芯片、分立器件和非光传感芯片，其中光芯片投资增速明显，是当下半导体投资非常重要的方向。具体来看，投资重点包括激光器芯片（以VCSEL为主，同时包括DFB）、探测器芯片、硅光芯片等，投资金额从数千万元至数亿元不等，投资轮次仍处于前期阶段，投资方中包括IDG、高榕资本、元璟资本、元禾辰坤、华为哈勃、小米等知名投资机构。由于光芯片不同于集成电路，其对工艺成熟度有极高要求，再加上细分领域市场规模相对有限，尽管投资机构投资热情持续上升，但投资难度也在增大。

### 近年来光芯片行业相关融资事件汇总

融资对象	投资方	时间	融资轮次	金额	投资意图
长光华芯	国投创业、中科院创投、苏州橙芯创投	2018.8	B轮	1.5亿元	推进高功率半导体激光器芯片、高速光通信半导体激光芯片、高效率半导体激光雷达3D传感芯片及相关光电器件和应用系统的研发生产
柠檬光子	德联资本、愉悦资本	2019.8	A+轮	5000万元	主攻高性能半导体激光芯片（VCSEL为主）及其模组和光引擎
芯耘光电	中金锋泰基金、IDG资本、浙创好雨基金、海通创新、浙大友创、恒晋资本、普华资本	2020.9	B轮	4亿元	扩大生产规模及基础设施建设、支持产品研发和设备投入、加快国内和国际业务布局和拓展，主要产品为100G及以上速率高速模拟芯片和光电子产品
纵慧芯光	武岳峰资本、比亚迪、CPE 源峰、高榕资本、一村资本、华为哈勃、小米	2021.9	C++轮	数亿元	加速产品（VCSEL为主）技术的完善升级和布局汽车电子方向
鲲游光电	中信正业信业产业基金、云锋基金、浦东科创集团海望资本、建信（北京）投资、明势资本、源码资本、碧桂园核心联盟企业盈睿资本、昆仲资本、华登国际、临港智兆、元璟资本、元禾辰坤、晨晖创投	2021.11	B+轮	4亿元	进一步提升公司晶圆级光学能力，全力配合重要客户和重要合作伙伴，升级研发量产系统闭环，主要产品包括3D传感用光学芯片、车载激光雷达LiDAR用微纳光模组、AR增强现实等
中科光芯	君联资本	2021.2	/	数亿元	用于5G基站和数据中心25G DFB光芯片和光模块以及可调谐系列产品的产能扩充
光特科技	杭开集团	2021.12	B+轮	数千万元	继续加大高速率PD/APD芯片以及硅光芯片的研发

## 版权声明

本报告为亿渡数据制作，报告中所有的文字、图片、表格均受有关商标和著作权的法律保护，部分文字和数据采集于公开信息，所有权为原著者所有。没有经过本公司书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制或传递。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

## 免责声明

本报告中行业数据及相关市场预测主要为行业研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，建立统计预测模型估算获得，只提供给用户作为市场参考资料。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在不同时期，亿渡数据可能撰写并发布与本报告所载资料、看法及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时通知或发布。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

