



证券研究报告·行业深度

光器件：景气再升级，投资正当时

通信

“光进铜退”为大势所趋，光器件最受益

光通信具有“通信容量大、传输距离远、抗电磁干扰、传输损耗低、信号串扰小”等优点，已经成为最主要的信息传输手段。电信市场，骨干网和城域网已经实现光纤化，接入网正在进行光纤化升级改造；光通信系统在数据中心应用爆发，在智能电网建设、高铁建设、安防监控等领域也有着广阔的应用前景。光通信行业主要包括“光器件、光通信设备、光纤光缆”三大子行业，光器件为核心，在光设备中占比逐年攀升。

电信市场稳健增长，数通市场如火如荼，光器件需求旺盛

电信市场：我们预计 2017 年起国内 10G PON 部署将上量，城域网、骨干网的扩容与升级也会先后展开，加之未来的 5G，与之相关的光模块、DWDM 器件将迎来新一轮高速增长期。数通领域：服务器大量出货及云计算推动数据中心迅猛发展，随之而来的数据中心内部光互连及 DCI 将会用到大量高速光模块。

光器件高增速持续，17 年全球市场将突破 100 亿美元

全球光器件景气，主要供应商的业绩已经连续 7 个季度高增长，尤其 100G 高端光器件产能明显跟不上，加之光器件的应用范围正不断扩展，如消费电子 3D 传感等，使得未来几年的需求支撑应该强劲。数据显示，2015 年全球光器件市场规模约为 78 亿美元，预计 2016 年将增长 18%，达到 92 亿美元，2017 年将达 108 亿美元，届时电信运营商光网络和数据中心用光器件市场规模将基本持平。光器件市场实现高速增长的主要原因：1) DWDM 器件未来 3 年增速将超过 30%；2) 超大型数据中心加快部署 40G/100G 光模块，使得数据中心高速光模块未来 3 年增速超过 30%；3) 2017 年起 10G PON 光模块上量，2019 年起 5G 基站用光模块上量。目前，我国光器件市场正成为全球最活跃的市场，预计到 2017 年将提升至 40%。

光器件产业链可细分为“光芯片、光组件、光器件和光模块”

光器件产业链可分为“光芯片、光组件、光器件和光模块”。光芯片和光组件是制造光器件的基础元件，其中芯片占据了技术与价值的制高点，国内仍然薄弱；光组件主要包括陶瓷套管/插芯、光收发接口组件等，中国为全球最大的生产产地，市场竞争激烈；光无源器件方面，连接器和分路器竞争激烈，波分复用器件门槛较高；光有源器件方面，技术含量高，国内企业在放大器和收发次模块方面具有一定优势；而光模块是由多种光器件封装而成，如光源、检测器等，国内高速光模块竞争力正在提升。

维持

增持

武超则

wuchaoze@csc.com.cn

010-85156318

执业证书编号：S1440513090003

于海宁

yuhaining@csc.com.cn

010-85130652

执业证书编号：S1440513090013

发布日期：2017 年 3 月 27 日

市场表现



相关研究报告

- | | |
|----------|-------------------------------------|
| 17.03.20 | 通信行业：下一代物联网国际大会召开在即，关注通信行业重点个股投资机会 |
| 17.03.13 | 通信行业：3GPP 重要会议提速 5G 进程，光通信板块关注度持续提升 |
| 17.03.08 | 通信行业：光纤光缆，可以乐观一点；光器件，看好成长机会 |

请参阅最后一页的重要声明

HTTP://RESEARCH.CSC.COM.CN



细分赛道看好高速光模块和 DWDM 器件

我们认为，在众多的光器件产品中，要基于“发展趋势、应用范围、竞争程度”三个维度来筛选出其中增速可能明显较快的光器件类型。综合来看，我们认为高速光模块（主要是 40G/100G 光模块和 10G PON 光模块及上游 OSA 器件）与 DWDM 类光器件最具增长潜力。预计 2017 年，全球光模块市场将达 65 亿美元，同比增长 18%，DWDM 器件需求 33 万端，同比增长 33%。

国内光器件产业空芯化严重，成就国产替代机会

中兴 8.9 亿美元罚款事件凸显了我国高端光芯片缺失问题，但中美贸易摩擦风险犹存，华为、中兴和烽火或心有余悸，而其光通信设备市场占有率全球领先，加之国家在大力扶持半导体产业，我国企业迎来高速光器件/光模块的国产替代机遇。

建议重点关注“综合实力强”和“细分领先”的龙头标的

我们认为，受益流量大爆发，网络建设扩容的投资具有接续性，光器件行业的景气周期有望持续 5-10 年。具体来讲：一是电信运营商的接入网 FTTx 大规模部署以及国内 10G PON 预计 2017 年起将正式上量，周期预计可以持续 3 年以上；二是宽带速率大幅提升后，城域网压力骤升，电信运营商必须进行 PTN、IPRAN 的新建和扩容，以及开展波分下沉，建设周期预计可以持续 3 年以上；三是城域网升级后，骨干网又会面临压力，400G 部署预计在 2018 年下半年或 2019 年将开始规模部署；四是 5G 建设，预计将从 2019 年正式启动，预计周期可以维持 3-5 年；五是大型数据中心由 10G/40G 向 25G/100G 升级；六是消费电子光互连带来的新机会。

在行业高景气的周期里，我们建议重点关注光器件相关的投资机会，主要看好以下两类标的：

一是综合实力强，具备芯片到高端器件能力，产品类型丰富的企业，如光迅科技、昂纳科技、海信宽带；

二是专注于特定光器件，且该类光器件的市场集中度较好，符合发展趋势，份额领先，如 DWDM 器件、高速光模块、高速光收发组件等，如中际装备（苏州旭创）、博创科技、天孚通信、新易盛、共进股份等。

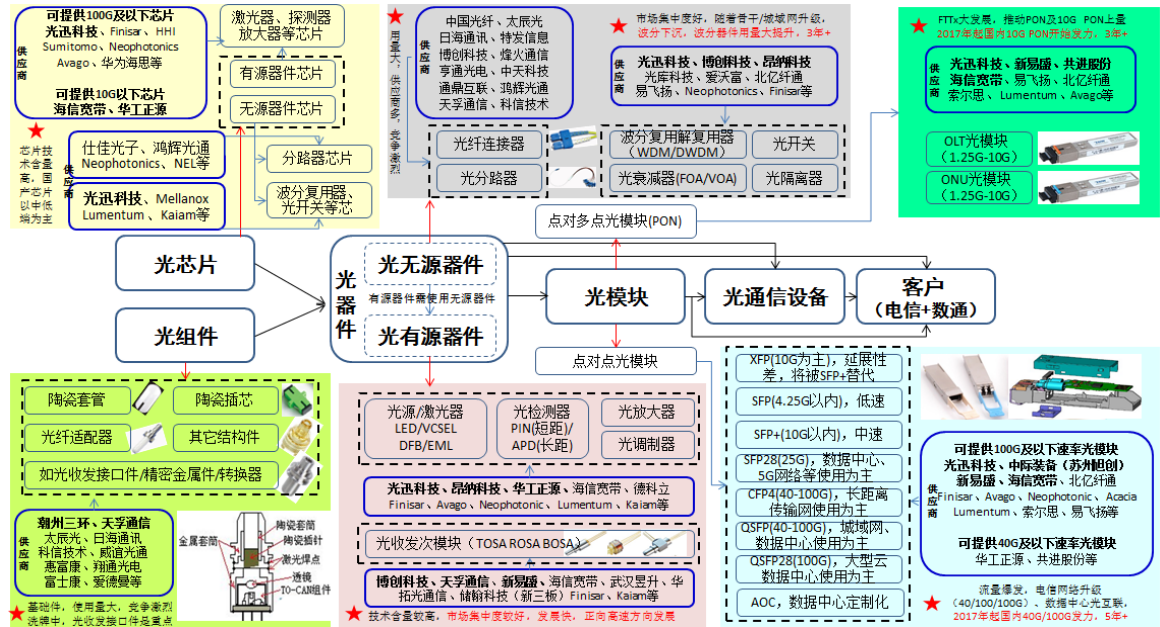
综合来看，我们基于“发展趋势、公司核心竞争力及市场地位、成长性”三个维度给出以下投资建议：

重点推荐：光迅科技、中际装备、博创科技、天孚通信、新易盛；港股方面，推荐昂纳科技集团（0877）。

建议关注：共进股份、华工科技、三环集团。



图：光器件行业投资图谱



资料来源：中信建投证券研究发展部

风险提示：光通信景气度下降；运营商资本开支大幅下滑；IDC 建设放缓；竞争加剧；国产芯片不达预期。

目录

一、“光进铜退”为大势所趋，光器件最受益	1
1.1 光通信优势显著，“光进铜退”为大势所趋	1
1.2 光器件为光通信系统核心	2
二、电信市场稳健增长，数通市场如火如荼，光器件需求旺盛	4
2.1 流量爆发驱动光器件升级，电信市场需求稳健增长	4
2.1.1 宽带中国推进，助力光通信启航	4
2.1.2 FTTH 渗透空间仍存，向 10GPON 升级	5
2.1.3 流量爆发，驱动城域、骨干升级	7
2.2 数通市场：云计算推动数据中心迅猛发展，数通光模块需求激增	8
2.2.1 云计算推动数据中心迅猛发展	8
2.2.2 数据中心流量爆发，驱动数通光模块升级	10
2.2.3 DCI 互联网快速发展，激发数通光模块新需求	12
2.3 光器件较高增速持续，17 年全球市场突破 100 亿美元	13
三、光器件种类繁多，产业链可分为芯片、组件、器件和模块	15
3.1 光芯片：占据光器件价值链制高点，国内厂商薄弱	16
3.2 光组件：中国是最大生产地，市场竞争较激烈	17
3.3 光器件：国内厂商无源器件实力较强，有源器件偏弱	20
3.3.1 光无源器件：连接器和分路器竞争激烈，波分复用器件门槛较高	20
3.3.2 光有源器件：技术含量高，国内企业在放大器和收发次模块方面具有一定优势	24
3.4 光模块：由多种光器件封装而成，分为点对点光模块和 PON 光模块	26
四、细分赛道看好波分器件和光模块	28
4.1 光器件发展趋势：高速率、小型化、低成本，芯片为王，硅光子变革	28
4.2 三标准甄选，看好波分器件和光模块	30
五、国内光器件产业空芯化严重，成就国产替代机会	32
5.1 国内光器件产业偏弱，空芯化问题严重	32
5.2 中兴遭处罚，特朗普上台，国产替代成趋势	33
六、建议重点关注“综合实力强”和“细分领先”的龙头标的	34
6.1 光迅科技：国内光器件龙头，掌握核“芯”竞争力	35
6.2 中际装备：收购苏州旭创，晋升数通光模块领军者	36
6.3 博创科技：受益于波分下沉，期待有源突破	36
6.4 天孚通信：光组件专家，加码高速器件，扬帆起航	36
6.5 新易盛：光模块行业新锐，全产业链布局值得期待	37
七、风险提示	37

图表目录

图 1: 光通信系统示意图	1
图 2: 光通信系统在电信运营商网络中的应用示意图.....	2
图 3: 全球固定宽带接入光纤化成为趋势	2
图 4: 大型数据中心需要铺设大量光纤	2
图 5: 光通信在安防领域的应用示意图	2
图 6: 光通信分为三大子行业	3
图 7: 光通信行业产值构成	3
图 8: PON 网络示意图	3
图 9: 我国历年光缆线路长度（单位：万公里）	5
图 10: 我国有线宽带端口构成（单位：亿个）	5
图 11: 我国有线宽带用户构成（单位：亿户）	6
图 12: 我国有线宽带接入时长（单位：万亿分钟）	6
图 13: 中国网民规模及互联网普及率	6
图 14: 中国平均网速列全球 85 位（单位：Mbps）	6
图 15: 中国电信历年 OLT 集采量（单位：万端）	7
图 16: 中国电信历年 ONU 集采量（单位：万线）	7
图 17: 淘宝天猫“双 11”交易额及带宽占用情况	9
图 18: 我国服务器出货量预测	9
图 19: 我国需要新增的 IDC 机房预测.....	9
图 20: 我国大型数据中心新规划建设量（单位：个）	10
图 21: 我国部分大型数据中心建设示例	10
图 22: IDC 与云数据中心的 IP 流量预测（单位：ZB）	11
图 23: 全球超级数据中心增长情况（单位：个）	11
图 24: 全球数据中心的流量分布	12
图 25: 1U 机架容量不断增长推动高速光模块需求大增.....	12
图 26: 数据中心成为 100G 光模块需求的最大增长源.....	13
图 27: 全球数据中心高速光模块需求量（单位：百万只）	13
图 28: 全球光器件主要供应商单季营收情况（单位：百万美元）	13
图 29: 2016 年全球 100G QSFP28 光模块销量快速增长	14
图 30: 全球光器件市场规模预测（单位：亿美元）	15
图 31: 光器件行业产业链全景图	16
图 32: 10x10G 方案示意图	16
图 33: 4x25G 方案示意图	16
图 34: 陶瓷套管及陶瓷插芯在光纤连接器中的应用示意图.....	18
图 35: 不同型号的光纤适配器	18
图 36: 光纤适配器的应用示意图	19
图 37: 光收发接口组件、精密金属件及光纤转换器.....	19
图 38: 光收发接口组件在光模块中的应用示意图.....	19
图 39: 光纤连接器——单双芯连接器	20
图 40: PLC 光分路器	20



图 41: 波分复用技术示意图	21
图 42: 光开关示意图	22
图 43: WSS 功能示意图	22
图 44: 光衰减器 VOA 示意图	23
图 45: 光隔离器示意图	23
图 46: PIN 光电二极管结构图	25
图 47: APD 雪崩光电二极管工作原理	25
图 48: 光放大器示意图	25
图 49: 电光调制器示意图	25
图 50: TOSA 的封装结构	26
图 51: ROSA 的封装结构	26
图 52: 光模块结构示意图	26
图 53: 光模块向高速率、小型化、低成本方向发展	29
图 54: 硅光子光器件市场规模预测 (单位: 百万美元)	30
图 55: 全球 PLC 光分路器需求预测 (单位: 万只)	31
图 56: 全球 PLC 光分路器市场规模预测 (单位: 亿元)	31
图 57: 全球及中国光模块市场规模预测 (单位: 亿美元)	32
图 58: 全球高速光模块市场规模预测 (单位: 亿美元)	32
图 59: 华为 100G DWDM 端口出货量走势	32
图 60: 全球 DWDM 器件需求量预测 (单位: 万端)	32
图 61: 全球光网络设备供应商的市场份额	34
图 62: 大基金承诺投资各产业链占比	34
图 63: 光器件行业投资图谱	35
表 1: 欧盟和美国的宽带发展计划	4
表 2: 我国光通信相关的重要政策	4
表 3: 我国信息基础设施重大工程建设三年行动方案投资额分拆预测 (单位: 亿元)	8
表 4: 中国移动 2017 年启动 PTN 新建及扩容集采	8
表 5: 光器件分类	15
表 6: 激光器分类	24
表 7: 光模块封装形式分类	27

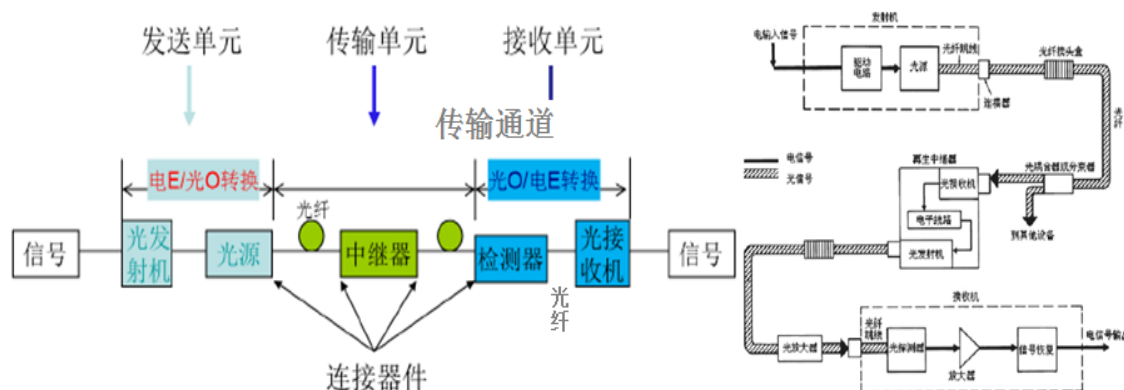
一、“光进铜退”为大势所趋，光器件最受益

1.1 光通信优势显著，“光进铜退”为大势所趋

光通信，一种以光波为载波，以光纤作为传输介质的通信方式。由于光通信具有“通信容量大、传输距离远、抗电磁干扰、传输损耗低、信号串扰小”等优点，目前已经成为世界上最主要的信息传输手段。我们要在 1 秒内传输 10Gb 的信息，如果使用电通信，每隔 100 米就需要调整一次信号，而光通信可以间隔 100 公里才需要调整一次信号。调整信号的次数越少，所需的设备数量也越少，这样损耗小且成本也低。相比之下光通信优势显著。

由于光通信以光纤作为传输介质，其传输的信号就是光信号。但电脑、手机、光通信设备等终端，都是通过电信号“0 和 1”来处理信息的，所以终端设备在信息处理时必须进行光电转换。因此，简单来讲，光通信系统由“将电信号转成光信号的发送单元”、“将光信号转成电信号的接收单元”及“传输通道光纤”构成。其中，光纤作为光信号传输的线路，其作用是把来自发送单元的光信号以尽可能小的失真和衰减传输到接收单元，其间还需要很多设备或器件来实现光信号的连接、耦合/分路、波长复用/解复用、光路转换、信号放大等。

图 1：光通信系统示意图



资料来源：中际装备、中信建投证券研究发展部

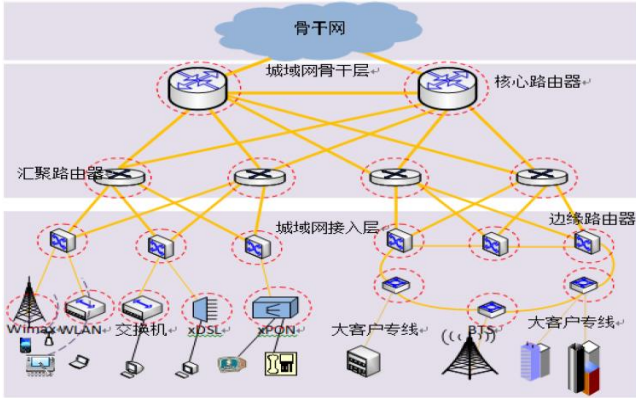
电信市场，接入网迎光改。光通信系统在近几十年的发展过程中得到了广泛应用，其中传统的应用领域为电信行业，包括骨干网、城域网和接入网。目前，骨干网和城域网已经实现光纤化，接入网正在进行光纤化升级改造，移动通信网络的 3G/4G 及未来的 5G 基站都需要使用光纤网络进行数据回传。例如，在通信网络中，分布着核心路由器、汇聚路由器、边缘路由器和交换机等网络设备，这些网络设备通过光纤进行物理连接，设备中分析和处理的信号为电信号，在设备的物理层接口需使用光器件进行光电信号间的转换。近年来，随着视频、直播等为核心的重度流量应用日益普及，流量爆发对通信网络升级与扩容提出了更高要求，光通信迎来了新一轮大发展周期。

光通信系统在数据中心应用爆发，云计算如火如荼地发展，大数据、物联网等应用的日益丰富以及互联网用户不断增长，推动大型数据中心加快建设，而数据中心网络需要使用光纤光缆、光通信设备及器件，这些都给光通信行业带来了全新的市场机遇。Cisco 预测数据显示：2015-2020 年全球数据中心的 IP 流量年度复合增长率将达 27%，2020 年全球数据中心的 IP 流量将达 15.3ZB，较 2015 年增长 226%。其中，全球云数据中心的 IP 流量年度复合增长率将达 30%。此外，光通信在智能电网建设、高铁建设、安防监控等领域也有着广阔的应用



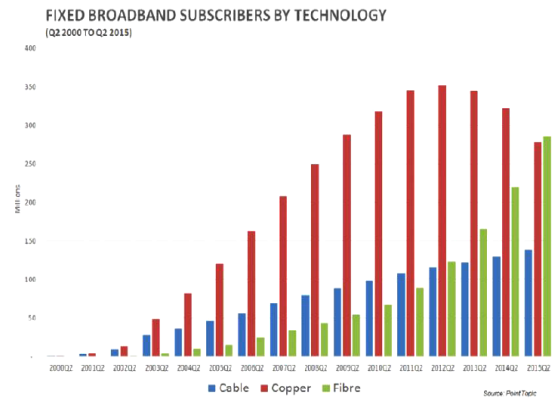
前景。

图 2：光通信系统在电信运营商网络中的应用示意图



资料来源：新易盛、中信建投证券研究发展部

图 3：全球固定宽带接入光纤化成为趋势



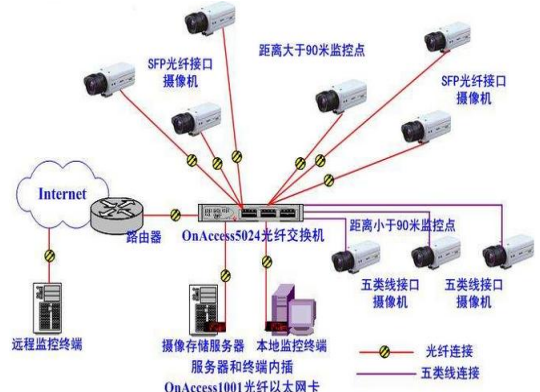
资料来源：Ponit Topic、中信建投证券研究发展部

图 4：大型数据中心需要铺设大量光纤



资料来源：索尔思、中信建投证券研究发展部

图 5：光通信在安防领域的应用示意图



资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

1.2 光器件为光通信系统核心

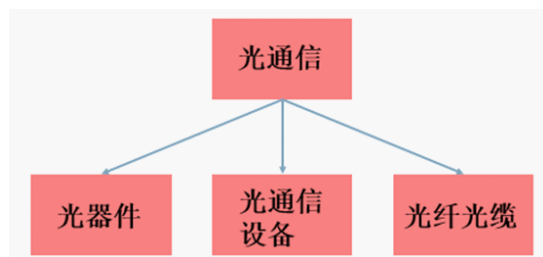
从行业角度来看，光通信行业主要包括“光器件、光通信设备、光纤光缆”三大子行业。

光器件是构成光通信系统的必备元器件，能够实现光信号的产生、调制、探测、连接、波长复用和解复用、光路转换、信号放大、光电转换等功能，很大程度上决定了光通信系统的性能水平、可靠性以及成本，其与整个光通信行业的发展息息相关。光通信设备由各种光器件构成，包括完成光电信号转换、传输和收发的设备以及配线连接、分配设备等，常用的光通信设备有光终端收发机、光路由、交换机、光纤配线产品、光缆终端盒等。光纤光缆是光通信的传输通道，一般光纤由光棒拉丝生成，光缆由光纤加工而成。

光器件为光通信上游，是光设备的核心器件，其发展是光通信发展的重要基础。20 世纪末，由于两类重要

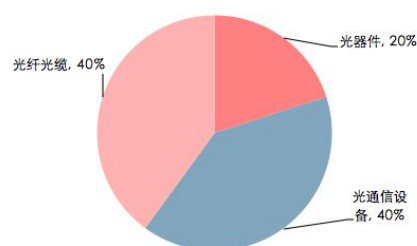
光器件的出现——波分复用解复用器（WDM/DWDM）和掺铒光纤放大器（EDFA），大大提高了网络容量并降低了网络成本，使得改变人类通信和生活方式的全球互联网的出现成为可能。

图 6：光通信分为三大子行业



资料来源：中信建投证券研究发展部

图 7：光通信行业产值构成

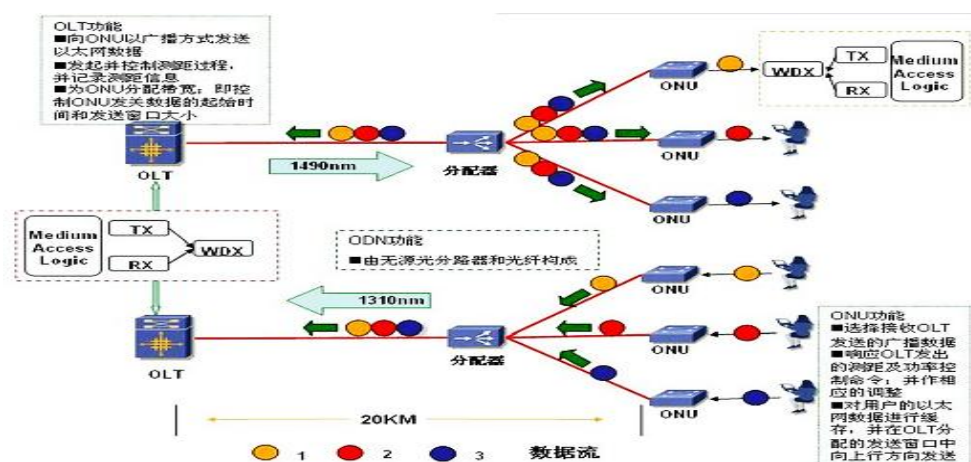


资料来源：ICCSZ、中信建投证券研究发展部

光器件在光设备中占比逐年攀升。在光通信行业的市场产值中，光器件一般占比 20%，光设备占比 40%，光纤光缆占比 40%。我们预判光器件在光设备中的占比将提升，主要原因有二。一方面，光器件的小型化、模块化、集成化和智能化，使其正逐步取代功能单一的分立式电子元器件和光学元器件，在性能上也可替代原先需要由系统或者设备才能实现的功能；另一方面，光网络架构正发生改变。之前，光通信主要应用于骨干网和城域网，但随着带宽需求的增长及光网建设成本的下降，光传输网络已在向接入网延伸。接入网中的节点和终端数量都远大于骨干网和城域网，而每个节点和终端都需要光器件，故接入网中光器件的用量远大于骨干网和城域网。

以电信运营商的接入网为例，在有线接入网 PON 网络中，ODN 需要使用光分路器，OLT 和 ONU 设备需要用到光模块，在无线接入网络中，基站建设也需要用到大量的光模块，单个 4G 基站需要 7 个模块（6G 和 10G 为主）。光器件在接入网光通信设备的成本占比可以达到 40% 左右。

图 8：PON 网络示意图



资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

随着电信号互连方式的高速传输接近极限，光互连作为亟需的替代技术引起关注，光通信将逐步向用户端继续延伸，最终实现光纤到桌面，光纤到服务器，直至板卡光互连、芯片光互连等。目前，一些个人电脑、高性能服务器及手机等产品上已开始采用光接口，这就需要用到大量的光器件。我们认为，未来随着光互连制造成本的不断下降，光接口有望应用到更多的产品上。另外，在单芯片上混载光路与电路的硅光子技术的进步、微处理器芯片的全局布线等也显示出了芯片间、芯片内采用光互连的可能性。因此，光通信节点间的距离越来越短，所需求的光器件数量也越来越多，应用场景越来越广泛，市场规模有望越来越大。

二、电信市场稳健增长，数通市场如火如荼，光器件需求旺盛

2.1 流量爆发驱动光器件升级，电信市场需求稳健增长

2.1.1 宽带中国推进，助力光通信启航

电信市场是光器件的重要应用领域，近年来，数据流量大爆发使得作为流量重要载体的光通信网络，只有不断扩大网络容量、增加网络灵活性，才能适应市场需求。考虑到用户不断增长的流量需求，以及万物互联时代的到来，光纤接入、基站建设、城域网及骨干网的扩容与升级等都将保持快速发展态势，这些都使得电信运营商对更高速率的光通信传输技术提出要求，也给高速光器件带来了广阔的发展空间。

高速光通信网络是经济发展的基石，美国提出到 2020 年，每个社区（包括学校、医院、政府等）都享有至少 1Gb/s 的宽带服务，至少有 1 亿家庭享受下行速率大于 100Mb/s，上行速率大于 50Mb/s 的宽带服务。因此，未来几年电信市场光器件需求增长的驱动因素依旧强劲。

表 1：欧盟和美国的宽带发展计划

国家/地区	宽带发展计划
欧盟	2020 年欧盟全部宽带接入速率不低于 30Mb/s，50% 的家庭接入速率超过 100 Mb/s。
美国	2020 年，美国的每个社区（包括学校、医院、政府等机构）都享有至少 1Gb/s 的宽带服务，至少有 1 亿家庭以可承受的价格接入下行速率大于 100Mb/s，上行速率大于 50Mb/s 的宽带服务。

资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

2013 年，我国提出“宽带中国”战略，之后又陆续颁布了“互联网+”、“提速降费”等产业政策。此外，FTTx 建设、4G/5G 无线网络建设、三网融合、物联网、大数据和云计算等多项国家重点工程都将成持续拉动光通信市场需求增长的主要因素。这些都为国内光器件市场需求的快速增长提供了政策红利与现实基础。

表 2：我国光通信相关的重要政策

时间	政策内容	政策名称	发布单位
2017 年 1 月	部署了我国 2016-2018 年信息基础设施建设规划，围绕“完善新一代高速光纤网络、加快建设先进移动宽带网、积极构建全球化网络设施、强化应用支撑能力建设”4 项重点任务，拟投资 1.2 万亿元。其中，骨干网、城域网、固定/移动宽带接入网、国际通信网等项目 92 项，总投资 9022 亿元。	《信息基础设施重大工程建设三年行动方案》	工信部、发改委
2017 年 1 月	到 2020 年，光网全面覆盖城乡，5G 商用，高速、移动、泛在的新一代信息基础设施基本建成，固定家庭宽带普及率达到 70%，移动宽带用户普及率达到 85%，行政村光纤通达率达到	《信息产业发展指南》	工信部、发改委

98%，农村宽带接入能力不低于 12Mbps。

2016 年 3 月	试点工程中的所有行政村实现光纤通达。2016 年，支持不超过 1.5 万个未通村、2.2 万个升级村宽带建设和运行。	《关于组织实施电信普遍服务试点工作的指导意见》	工信部、财政部
2015 年 5 月	加快基础设施建设，2016-2017 年网络建设累计投资不低于 7000 亿元，2017 年底，全国所有设区市城区和大部分非设区市城区家庭要具备 100Mbps 光纤接入能力。	《关于加快高速宽带网络建设推进网络提速降费的指导意见》	国务院
2013 年 8 月	以多种方式推进光纤向用户端延伸，实现光纤网络覆盖城市家庭，到 2020 年我国固定宽带接入用户达 4 亿，城市宽带接入能力不低于 50Mbps，农村宽带接入能力不低于 12Mbps。	《“宽带中国”战略及实施方案》	国务院

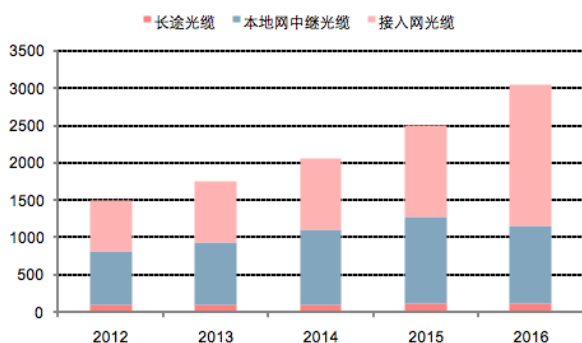
资料来源：工信部、公开资料、中信建投证券研究发展部

2.1.2 FTTH 渗透空间仍存，向 10GPON 升级

FTTx 为宽带接入首选。所谓 FTTx，即光纤接入网，俗称宽带接入的“最后一公里”，用于连接电信运营商局端设备和用户终端，是电信运营商的机房通信设备到用户上网终端之间的连接，决定了通信网络的整体性能和宽带用户体验，是网络质量的瓶颈。FTTx 接入网采用光纤介质代替部分或全程的铜线介质。受光纤到用户的距离、用户的带宽需求、现有管线资源以及运营维护成本等的约束，FTTx 具有不同的建设模式，“x”代表多种可选模式，包含 FTTC（Fiber To The Curb，光纤到路边）、FTTB（Fiber To The Building，光纤到大楼）、FTTO（Fiber To The Office，光纤到办公室）、FTTH（Fiber To The Home，光纤到户）等。

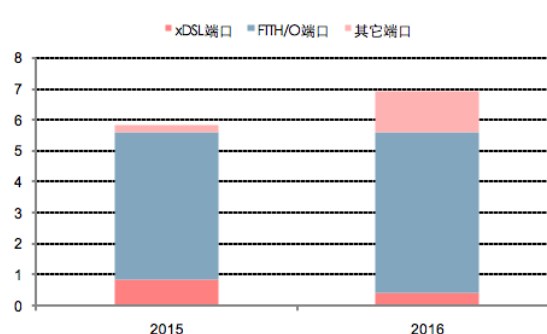
Point Topic 数据显示，全球光纤宽带用户近年来迅猛增长，已超过电缆 Cable 和铜缆 Copper 用户，占比达 40%。我国的“宽带中国”战略也在推进 FTTx 建设。2016 年，我国新建光缆线路 554 万公里，光缆线路总长度达 3041 万公里，同比增长 22.3%，其中接入网大幅增长 55.5%；三家电信运营商的固定宽带接入用户净增 3774 万户，总数达到 2.97 亿户，其中光纤接入（FTTH/O）用户净增 7941 万户，总数达 2.28 亿户，占宽带用户总数的比重比 2015 年提高 19.5 个百分点，达到 76.6%；固定宽带接入时长达 57.5 万亿分钟，同比增长 15%。

图 9：我国历年光缆线路长度（单位：万公里）



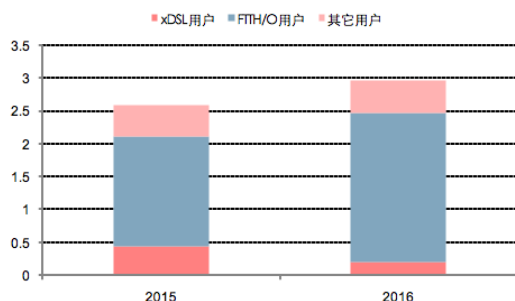
资料来源：工信部、中信建投证券研究发展部

图 10：我国有线宽带端口构成（单位：亿个）



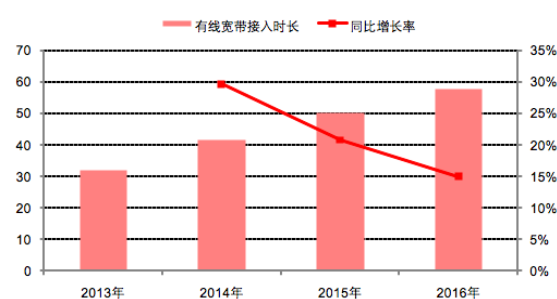
资料来源：工信部、中信建投证券研究发展部

图 11: 我国有线宽带用户构成 (单位: 亿户)



资料来源: CNNIC、中信建投证券研究发展部

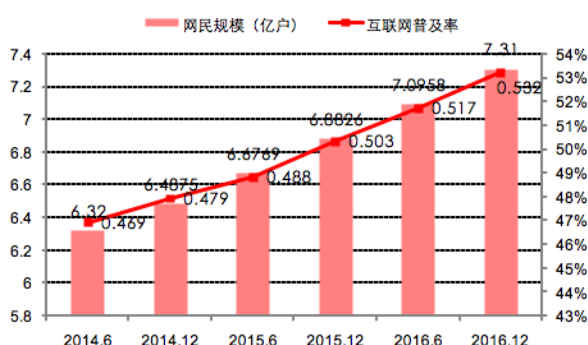
图 12: 我国有线宽带接入时长 (单位: 万亿分钟)



资料来源: Akamai、中信建投证券研究发展部

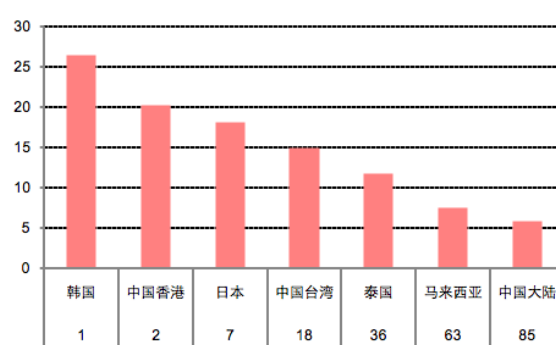
宽带普及率刚过 50%，接入速率亟待提升，发展空间大。我国宽带质量及速度仍然落后于世界平均水平，平均接入速度仅列全球第 85 位，未来发展空间仍然非常大。CNNIC 数据显示，截至 2016 年 12 月，我国网民规模达到 7.31 亿，互联网普及率达到 53.2%。全球最大的 CDN 服务商 Akamai 报告显示，2016 年三季度我国内地的平均下载速度只有 5.7Mbps，虽然较 2015 年提高了 54%，但仅排在全球的第 85 位。

图 13: 中国网民规模及互联网普及率



资料来源: CNNIC、中信建投证券研究发展部

图 14: 中国平均网速列全球 85 位 (单位: Mbps)



资料来源: Akamai、中信建投证券研究发展部

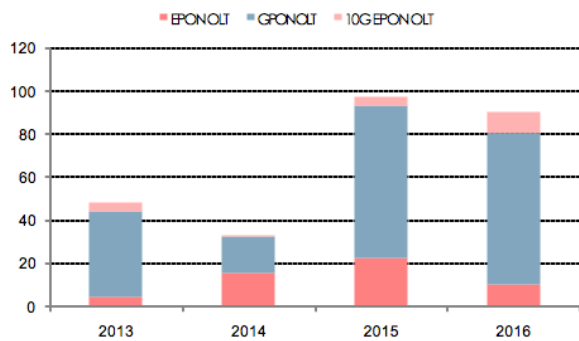
IPTV/4K 持续渗透，向 10GPON 升级成为重要技术选择。数据显示，随着 OTT TV、IPTV 的普及，家庭用户将需要同时接入多路高清电视和 4K 等其它极清业务的需求，接入网至少应具备提供 50-100Mbps 下行宽带的能力。因此，为完成国家“提速降费”要求，满足用户日益强烈的高速上网需求，三大运营商均在大力推进 FTTx、全光网城市建设工作。我们预计 2017 年起，国内 10G PON 建设将会明显提速，10G PON 采购量（包括 OLT 和 ONU）有望几倍增长。尤其中国移动作为 2016 年固定家庭宽带市场的黑马，虽然用户数已超越中国联通，但 70% 以上的用户宽带速率低于 50Mbps，相比中国电信 60% 以上的用户速率高于 50Mbps，亟待提升。而中国移动的固网宽带多以 FTTB 方式为主，要想将用户带宽速率提高至 50Mbps 以上，FTTB 向 10G PON 升级成为重要的技术选择，因此采购量值得期待。

2016 年，中国移动首次试点集采了 XG-PON，包括 OLT 端口 1.05 万、ONU 11.5 万线。中国联通 2016 年也加快超宽光网建设，并首次发力 10G PON 的规模部署：2016 年 5 月启动 2015-2016 年 10G PON 集采，包括 OLT



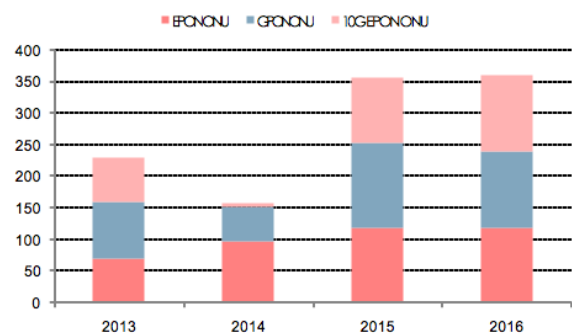
PON 端口 40886 个，MDU 约 209.6 万线；XGPON1 OLT PON 端口 59891 个，MDU 约 353.8 万线。此外，中国联通还要求未来 FTTB 场景一律采用 10G PON，FTTH 场景下，针对百兆、千兆接入以及 4K 业务发展迅猛区域，试点 10G PON 技术。中国电信 2016 年集采 10G EPON 设备 OLT 端口 10 万，较 2015 年增长 150%。

图 15：中国电信历年 OLT 集采量（单位：万端）



资料来源：中国电信、中信建投证券研究发展部

图 16：中国电信历年 ONU 集采量（单位：万线）



资料来源：中国电信、中信建投证券研究发展部

2.1.3 流量爆发，驱动城域、骨干升级

有线宽带加快发展之外，移动互联网流量也爆发式增长，在给运营商带来收入提升的同时，也给网络承载造成越来越大的压力，运营商一方面需要尽快升级与扩容城域网，另一方面需要加快 5G 研究及商用。

2016 年，我国 4G 用户持续快速增长，全年净增 3.4 亿户，总数达到 7.7 亿户，在移动电话用户中的渗透率达到 58.2%。在 4G 用户大幅增长、移动互联网应用加快普及的带动下，我国移动互联网接入流量达 93.6 亿 GB，同比增长 123.7%，其中通过手机上网的流量为 84.2 亿 GB，同比增长 124.1%，占比总流量 90%。

我们认为，FTTx 和 4G/5G 建设是实现“宽带中国”战略的重要手段。而在三网融合趋势下，4K/8K 极清视频、移动实时视频、VR/AR、物联网等都将驱动数据流量大爆发，进而激发 FTTx（10G PON，甚至是 40G/100G PON 或 WDM PON）建设不断加速，4G/4.5G 网络也将持续完善，而 5G 规模商用进度也可能超预期。考虑到在 PON 和 10G PON 网络中，局端 OLT 和终端 ONU 设备均需要用到光器件和光模块；在基站建设中也需用到大量的光器件/光模块，如一般一个 3G 基站需要 2 个光模块，4G 基站需要 6 个模块（6G 和 10G 为主），预计未来 5G 基站需要 10 个以上的 25G 模块。不仅如此，我们预计随着有线宽带和移动宽带用户的持续增长，尤其随着有线家庭宽带普及率提升及户均带宽向 100Mb/s、1Gb/s 升级，以及未来 5G 的发展，将会进一步推动运营商开展城域网、骨干网的扩容与升级。因此，高速光器件/光模块即将迎来新一轮的高速增长周期。

对此，我们可以从 2017 年 1 月工信部、发改委联合发布的《信息基础设施重大工程建设三年行动方案》看出端倪。该方案明确部署了我国 2016-2018 年信息基础设施建设规划，将围绕“完善新一代高速光纤网络、加快建设先进移动宽带网、积极构建全球化网络设施、强化应用支撑能力建设”4 项重点任务投资 1.2 万亿元。其中，骨干网、城域网、固定宽带/移动宽带接入网、国际通信网等 92 个项目涉及总投资 9022 亿元。

根据投资规划及现有网络承载压力的紧迫性，我们预计，未来骨干网将以扩容和升级为主，包括从 100G 向 400G 升级，但短期内可能体量有限，2018 年下半年或 2019 年才是 400G 的重要推进年；城域网将以新建和

扩容为主，包括 PTN 或 IP RAN 的新建和扩容、波分下沉等，核心是提升城域网对于有线宽带和移动数据流量的承载能力，预计 2017 年投资上将会明显发力，投资增速 40% 以上；接入网（固定宽带和移动宽带）方面，短期内固定宽带是重点投资领域，其中光进铜退和 10G PON 是重点，移动宽带投资在 2017 和 2018 年总体将会呈现下降趋势，但室内覆盖将是结构性亮点；国际通信网核心是加强境外互联互通和海缆铺设，预计将是近期运营商的工作重点。因此，城域网、接入网和国际网将成为未来光通信行业需要重点关注的三个领域。

表 3：我国信息基础设施重大工程建设三年行动方案投资额分拆预测（单位：亿元）

重大投资项目	2016-2018 三年共 计划投资额	2015	2016E	2017E	2018E	预测说明
骨干网	495	190	165	150	180	骨干网投资预计先降后升（400G）
城域网	1271	280	310	440	521	城域网成当下瓶颈，投资持续增长
固定宽带接入网	1884	500	550	635	699	固定宽带投资平稳增长（10G PON）
移动宽带接入网	3902	2000	1550	1350	1002	5G 前，移动宽带投资呈下滑趋势
国际通信网	256	55	70	90	96	国际通信网投资力度加大
应用基础设施	1214	290	360	415	439	-
其中：数据中心	453	120	148	150	155	数据中心投资预计平稳增长
内容分发	101.4	20	25	35	41.4	CDN 投资稳定增长
平台及系统	659.7	170	190	220	249.5	系统扩容及大数据系统建设促进增长
其它	2798	-	990	992	996	-
合计	12000	-	4045	4062	3893	-

资料来源：工信部、中信建投证券研究发展部

2017 年 1 月，中国移动已经启动了城域网 PTN 设备新建和扩容的集采工作，其中新建 4.18 万端，扩容 20.1 万端。这是中国移动时隔 3 年再次重启 PTN 集采，新建规模是上次集采新建规模的 3 倍。

表 4：中国移动 2017 年启动 PTN 新建及扩容集采

集采类型	集采量	中标厂商及中标数量
扩容（单一来源招标）	201031	华为 115922、中兴 63358、烽火 21750、贝尔 1
新建	41800	-

资料来源：中国移动、中信建投证券研究发展部

2.2 数通市场：云计算推动数据中心迅猛发展，数通光模块需求激增

2.2.1 云计算推动数据中心迅猛发展

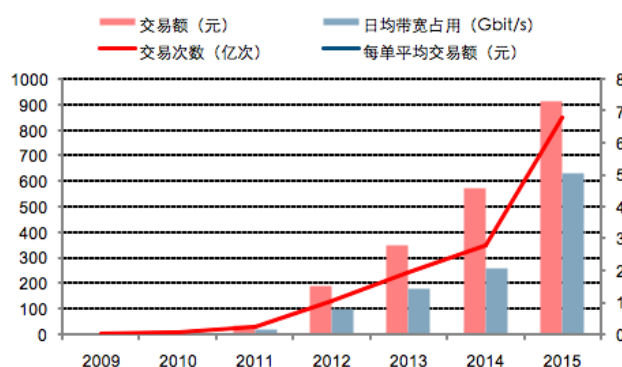
数据中心（IDC）网络建设需要用到光纤光缆、光通信设备以及光器件/光模块。近年来，随着政府、金融、电信、游戏、视频、电子商务等行业数据集中化、虚拟化趋势形成，IDC 已经成为支撑用户日常业务运作最重要的基础设施。而 IDC 及云计算大发展，为光器件，尤其是高速光模块行业带来了全新的发展机遇。

近年来，云计算兴起，通过信息网络将分散的计算、存储等软硬件资源乃至数据进行集中动态管理调度，使信息技术能力如同水电一样按需供给，让用户体验超高运算能力。我们认为，本质来看，云计算是对集中化发展的加强，数据中心实际上处于云计算的核心位置，IDC 与云计算互相依赖、相互促进：一方面 IDC 提供了

云计算所需的机房和带宽资源，是云计算发展的重要保障；另一方面云计算成为 IDC 的增长动力。云计算凭借廉价存储和超高计算能力快速发展，进一步激发了对 IDC 机房和带宽的需求，尤其是云计算应用于大数据，以及在物联网、人工智能等新兴技术助推下，数据量大爆发必然需要更多的 IDC 来进行存储。

以网络购物为例。2016 年 6 月，我国网络购物用户规模 4.48 亿，较 2015 年增加 3448 万，增长率 8.3%。具体到“双 11”，2009-2016 年淘宝天猫“双 11”交易额持续增长，2016 年“双 11”淘宝天猫成交额 1207 亿元，较 2015 年增长 32.3%，是 2009 年的 2400 多倍。随着交易额的不攀升，交易次数及带宽占用的不断增长。其中，2015 年“双 11”淘宝天猫整天平均占用带宽 630G，是 2014 年的 2.5 倍，2013 年的 3.5 倍。

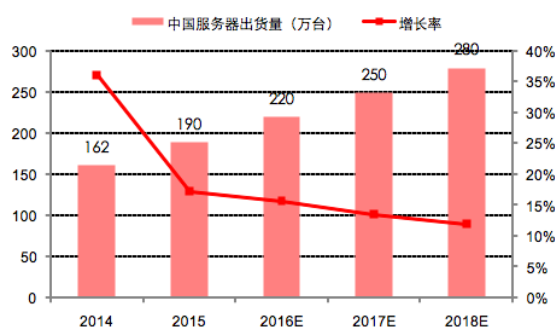
图 17：淘宝天猫“双 11”交易额及带宽占用情况



资料来源：广东省电信设计院、中信建投证券研究发展部

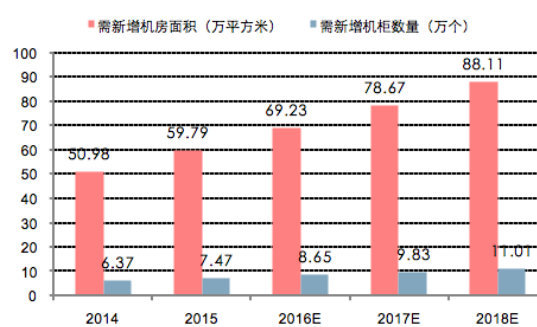
目前，服务器是 IDC 机房占用空间最大的 IT 设备，一般 1 个机柜可放 12 台服务器和 1 台交换机。因此，服务器的出货量可以作为匡算 IDC 机房面积需求的重要指标。Gartner 数据显示，2016 年前三季度中国服务器出货 181.4 万台，同比增长 10%，据此我们预测 2016 年我国服务器出货量将达 220 万台，2018 年将达 280 万台。考虑到不同型号服务器的出货比例，经过加权估计，预计服务器的平均型号为 2.36U。

图 18：我国服务器出货量预测



资料来源：Gartner、中商产业研究院、中信建投证券研究发展部

图 19：我国需要新增的 IDC 机房预测



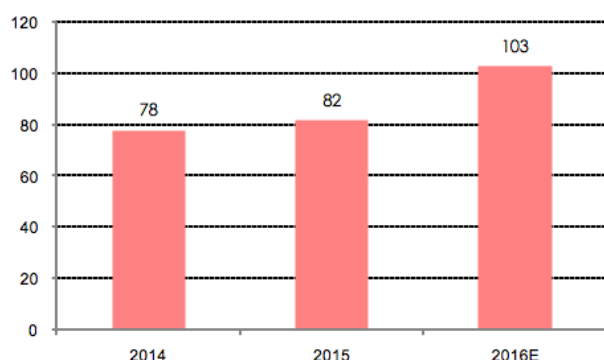
资料来源：Gartner、中商产业研究院、中信建投证券研究发展部

据了解，一个 800 平方米建筑面积的数据中心一般可容纳 100 个 42U 机柜，折合平均每平方米容纳 5.25U。如果假设每年新售出的服务器中有 30% 是用于存量替代，则 2016 年我国新售服务器需要新增数据中心面积 69.2

万平方米，新增机柜 8.65 万个，2018 年需要新增数据中心机房面积 88.11 万平方米，新增机柜 11 万个。

综上所述，未来几年我国的 IDC 市场需求将保持旺盛，但国内的 IDC 基础仍然薄弱，未来发展空间巨大。如果按照“1500 台以上服务器数据中心定义为企业级数据中心机房”的国内标准，目前我国至少 61.5% 的数据中心无法达到企业级标准。我国在 2009 年以前建成的主流机房都小于 1 万平米，直到 2009 年才开始建设占地大于 1 万平米的机房。一般来讲，数据中心的寿命为 10 年，但由于数据流量大爆发，带宽升级需求强烈等原因，一些 5 年前建成的数据中心性能已落后。我国作为互联网大国，相比于国外成熟市场，我国大型 IDC 贫乏显得越加明显，中国现有数据中心约占世界数量的 12%，但超过 500 个机架的大型数据中心仅占全球大型数据中心的 5%。未来，中小型数据中心有可能将被改建、收购，大型及超大型数据中心有望获得快速发展。数据显示，2015 年，我国新规划大型数据中心（3000 平方米以上）103 个，较 2014 年增长 25.61%。

图 20：我国大型数据中心新规划建设量（单位：个）



资料来源：GDCT、中信建投证券研究发展部

图 21：我国部分大型数据中心建设示例



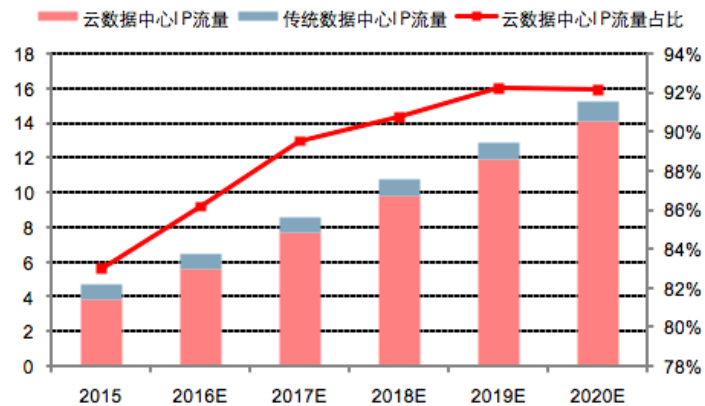
资料来源：索尔思、中信建投证券研究发展部

2.2.2 数据中心流量爆发，驱动数通光模块升级

根据思科发布的《全球年度云指数报告（2015-2020）》，预计 2015-2020 年全球数据中心的 IP 流量年度复合增长率将达 27%，2020 年全球数据中心的 IP 流量将达 15.3ZB，较 2015 年增长 226%。其中，全球云数据中心的 IP 流量年度复合增长率将达 30%，其 2020 年的 IP 流量将达 14.1ZB，占比数据中心 IP 流量 92.16%。



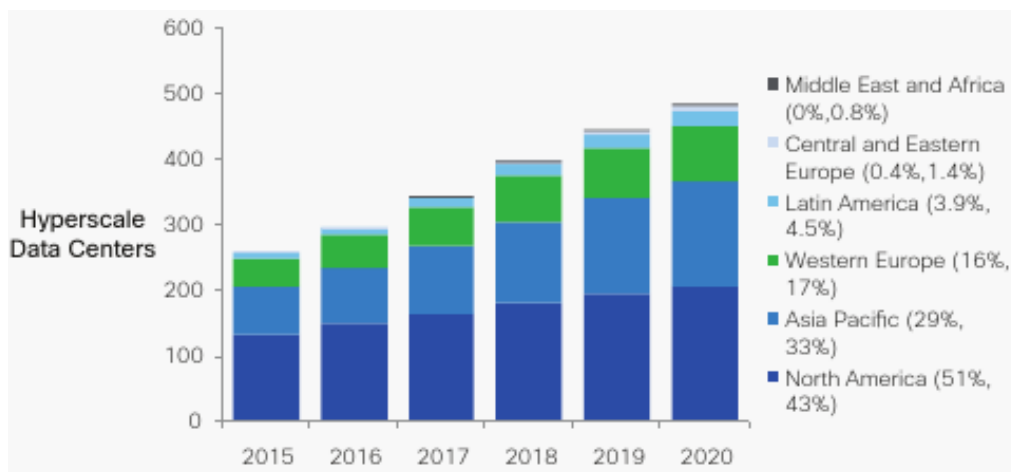
图 22：IDC 与云数据中心的 IP 流量预测（单位：ZB）



资料来源：思科、中信建投证券研究发展部

我们认为，云计算如火如荼的发展、互联网应用的日益丰富以及用户数量的不断增长，必将进一步推动数据中心的建设。根据思科的预测数据，全球范围内的超级数据中心将从 2015 年的 259 个增长到 2020 年的 485 个，其中北美和亚太地区占比将达 66%。同时，超级数据中心的数据流量也将在未来的 5 年间增长 5 倍。

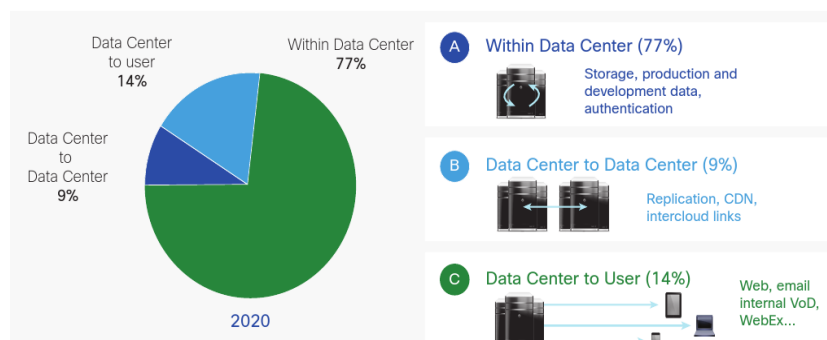
图 23：全球超级数据中心增长情况（单位：个）



资料来源：思科、中信建投证券研究发展部

大型数据中心延长了数据中心内部信号传输的距离，一般要求设备间传输链路的速率达到 10Gbps 或以上、传输距离超过 3 米，此时传统铜类产品已无法满足上述要求，这就需要全面升级为光通信网络，相应地也促进光器件需求大增。具体而言，在数据中心内部，成千上万台服务器需要通过网络连接起来。在数据中心网络中，几乎每个连接都采用了光通信技术，如数据中心内部距离几米的服务器和交换机之间的连接。因此，光模块已经成为数据中心中应用最广的一类产品。思科数据显示，预计 2020 年全球数据中心 IP 流量中，77% 来自于数据中心内部互联，9% 来自数据中心与数据中心之间的互联，14% 来自数据中心与用户的互联。

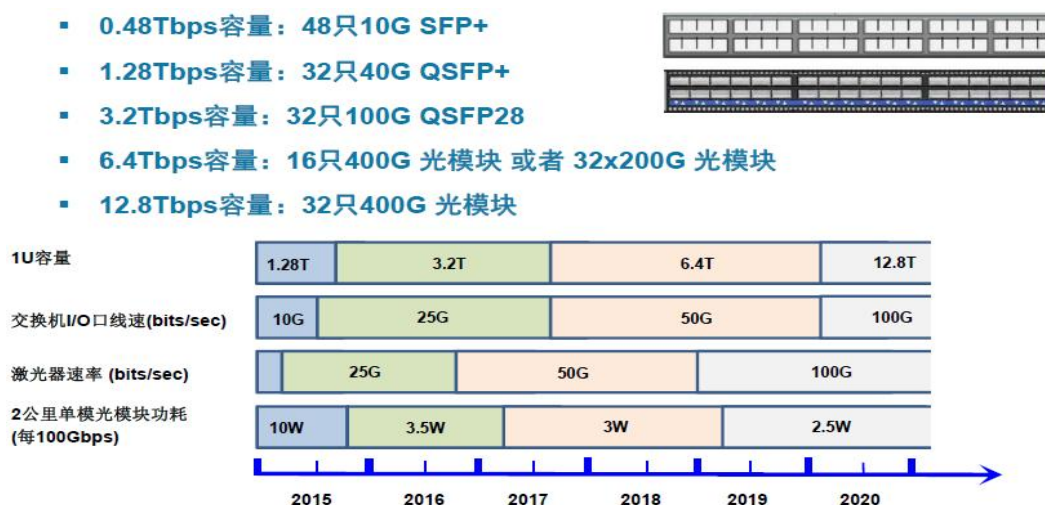
图 24：全球数据中心的流量分布



资料来源：思科、中信建投证券研究发展部

目前，在新一代数据中心内部，服务器和存储设备的数据接口正从 1G 升级至 10G 和 25G，而交换机接口从 10G 升级至 40G/100G，使 40G/100G 等高端光通信器件及设备需求快速增长。根据 Ovum 和 AOI Research 的数据，一个 50 万平方英尺（约合 4.6 万平方米）的数据中心大约需要 130 万只 100G 光收发器件。此外，随着数据中心流量的大幅增长，尤其云计算的不断发展，1U 机架的容量也需要不断增长，进而推动光模块速率需要不断提高。索尔思测算数据显示，如果 1U 机架容量达 3.2Tbps 就需要 32 只 100G 光模块。

图 25：1U 机架容量不断增长推动高速光模块需求大增



资料来源：索尔思、oFweek、中信建投证券研究发展部

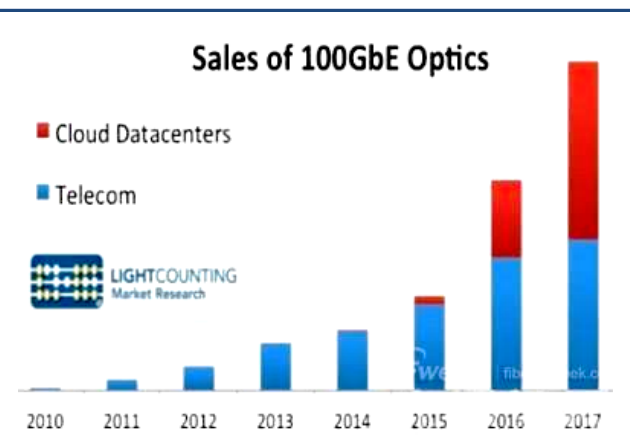
2.2.3 DCI 互联网快速发展，激发数通光模块新需求

除了数据中心内部的光互连，近年来随着流量爆发，数据中心间的互联（DataCenter Interconnection）也获得了快速发展。随着云计算、大数据、4K/8K 视频等业务的发展，大规模分布式数据中心加快建设。通常情况下，不同地区的数据中心往往通过分别与骨干网连接来实现相互间的数据访问，但随着数据中心之间流量的快速膨胀，骨干网的带宽成为了限制数据互访的瓶颈。而 DCI 通过在数据中心之间搭建新的传输网络，极大地提升了不同数据中心信息互访的效率，同时还有利于分布式资源的集中与共享，实现快速的生产力弹性。

OVUM 数据显示, 2014 年全球 DCI 市场规模约为 25 亿美元, 预计到 2019 年有望突破 42 亿美元。我们认为, 随着 DCI 的快速发展, 高速光模块将获得广泛应用, 从而进一步激发数通领域的光模块需求。

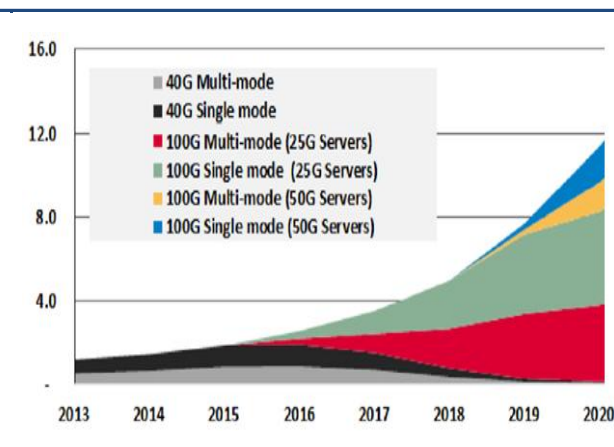
对此, LightCounting 和 Ovum 数据显示: 近年来数据中心领域的光器件销售增长强劲, 40G/100G 光模块占比也越来越高。据 Ovum 分析, 2016 年全球 40G 光模块出货量预计在 250 万, 从 2016 年第三季度开始, 25G 光模块出货量将开始攀升, 2016 年早期 100G 光模块已开始出货, 虽然量不大, 但增速很快, 随着数据中心朝 100G 升级, 2018 年数据中心中 100G 光模块需求将超 450 万, 其市场规模将超过 20 亿美元。

图 26: 数据中心成为 100G 光模块需求的最大增长源



资料来源: LightCounting、OFweek、中信建投证券研究发展部

图 27: 全球数据中心高速光模块需求量 (单位: 百万只)

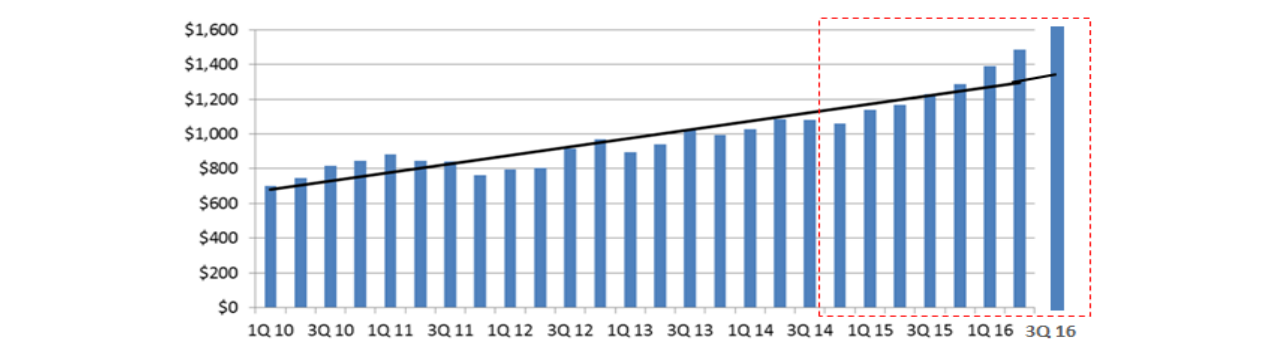


资料来源: OVUM、中信建投证券研究发展部

2.3 光器件较高增速持续, 17 年全球市场突破 100 亿美元

市场研究公司 LightCounting 数据显示, 全球光器件主要供应商在 2016 年 3 季度的销售额首次突破 16 亿美元, 环比增长 8%、同比增长 30%。而在 2016 年 2 季度公布数据中, LightCounting 所跟踪的 14 家光器件厂商中, 有 9 家创造了单季度销售新高的记录。造就光器件公司良好业绩的原因包括了我国 FTTx 建设、城域 100G 器件的需求, 北美市场对基于 ROADMs 的灵活网络器件的需求及全球各地超级数据中心扩容带来的需求。

图 28: 全球光器件主要供应商单季营收情况 (单位: 百万美元)

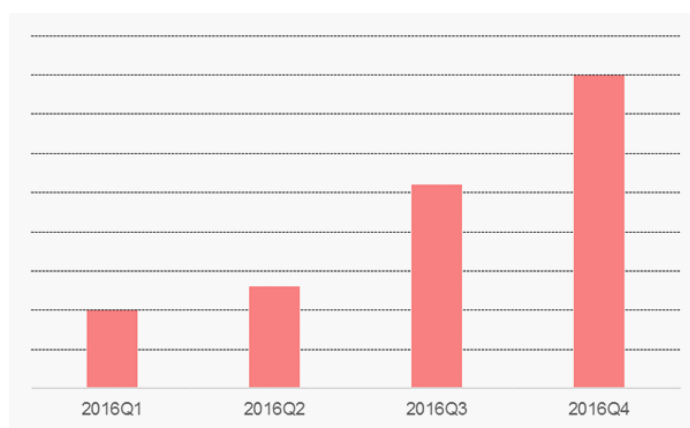


资料来源: LightCounting、中信建投证券研究发展部

光器件主要供应商的业绩已经历连续 7 个季度的高增长，因此市场可能会有疑问：这种增长趋势还能持续多久？对此，LightCounting 调研发现，全球主要光器件厂商都表示目前市场需求旺盛，尤其高端器件，其产能明显跟不上，尽管有一些资本开始进入，但从资本进入到投产并非一夕之功，一定时期内高景气仍可维持。同时，光器件行业在经历了前几年的相对萧条期，大家在市场需求预测方面更加客观，更强调新产品研发，不盲目扩充产能，加之现在光器件与终端用户开始建立更加直接紧密的联系，使得需求支撑应该强劲。

以 100G 光模块为例，2016 年需求非常旺盛，但由于产能受限，供应直至 4 季度才开始上量，同时销售额增长也非常迅猛。LightCounting 数据显示：2016 年全球 100G 光模块销量接近 100 万块，销售额达到 11.5 亿美元，较 2015 年大幅增长 150%。其中，约 70% 的产品为 QSFP28，而约 50% 的销量来自于 4 季度。

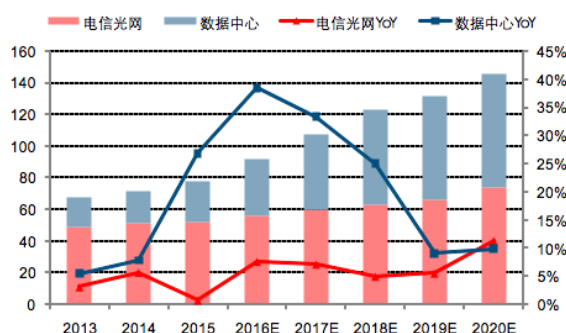
图 29：2016 年全球 100G QSFP28 光模块销量快速增长



资料来源：LightCounting、中信建投证券研究发展部

光器件较高增速持续，17 年全球市场突破 100 亿美元。数据显示，2015 年全球光器件市场规模约为 78 亿美元，预计 2016 年将增长 18%，达到 92 亿美元，2017 年将达 108 亿美元，届时电信运营商光网络和数据中心用光器件市场规模将基本持平。光器件市场实现高速增长的主要原因：1) DWDM 器件未来 3 年增速将超过 30%；2) 超大型数据中心加快部署 40G/100G 光模块，使得数据中心高速光模块未来 3 年增速超过 30%；3) 2017 年起 10G PON 光模块上量，2019 年起 5G 基站用光模块上量。目前，我国光器件市场正成为全球最活跃的市场，预计到 2017 年将提升至 40%。

图 30：全球光器件市场规模预测（单位：亿美元）



资料来源：ICCSZ、oFweek、LightCounting、OVUM、中信建投证券研究发展部

三、光器件种类繁多，产业链可分为芯片、组件、器件和模块

光器件可以分为“光无源器件”和“光有源器件”两大类。光无源器件是指能够实现光信号的连接、耦合、分路、波长复用等功能，但无需进行光电信号转换的光器件，如光纤连接器、光分路器、光开关、波分复用解复用器、光衰减器、光隔离器等，光无源器件种类繁多。光有源器件是指需要进行光电信号转换的光器件，如光源、光检测器、光纤放大器、光收发组件等。广义上来讲，陶瓷套管、陶瓷插芯、光纤适配器等光通信组件或辅件也属于光无源器件，光模块属于光有源器件。从市场规模来看，光无源器件占整个光器件收入规模为 25% 左右，光有源器件占 75% 左右。

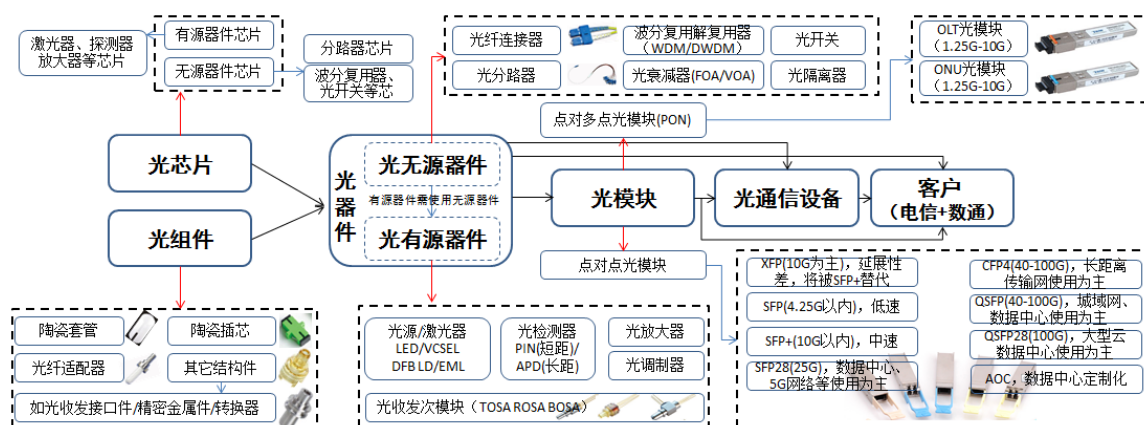
表 5：光器件分类

光器件	功能	主要器件列举
光无源器件	实现光信号的连接、耦合、分路、波长复用，不进行光电信号转换的光器件	光纤连接器、光分路器、耦合器、光开关、波分复用器、光隔离器、光衰减器等及陶瓷套管、陶瓷插芯、适配器等基础组件/元器件
光有源器件	进行光电信号转换的光器件	光源、光检测器、光纤放大器、光收发组件、光模块等

资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

如果将光器件产业链再进一步进行细分，可以分为“光芯片、光组件、光器件和光模块”，其下游一般为光通信设备商、电信运营商和数据中心及云服务提供商等。简单来讲，光芯片和光组件是制造光器件（光无源器件和光有源器件）的基础元件，而光模块又由多种光器件封装而成，如光源、光检测器、放大器等。

图 31：光器件行业产业链全景图



资料来源：中信建投证券研究发展部

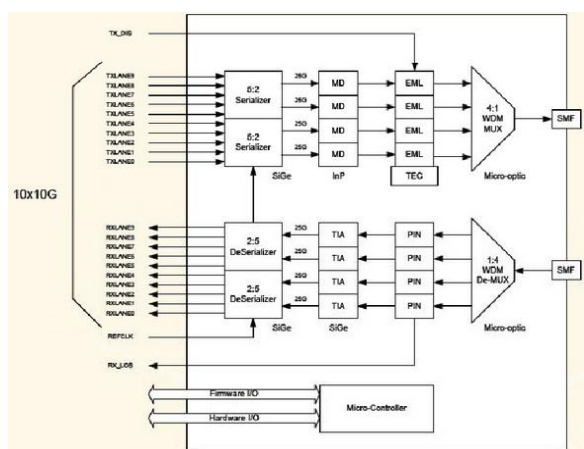
接下来，我们将进一步介绍“光芯片、光组件、光器件和光模块”的主要产品、功能、应用场景及供应商。

3.1 光芯片：占据光器件价值链制高点，国内厂商薄弱

光芯片处于光器件行业上游，是制造光器件和光模块的必备元件，属于高度技术密集型产品，是整个光通信产业链中技术难度最高的环节。光器件分为无源器件和有源器件两类，因此我们可以简单地将光芯片分为无源器件光芯片和有源器件光芯片。其中，有源器件芯片包括激光器、探测器、光放大器芯片等，无源器件芯片有 PLC 光分路器芯片、波分复用器件芯片（如 AWG 芯片）、光开关芯片、光衰减器芯片等。

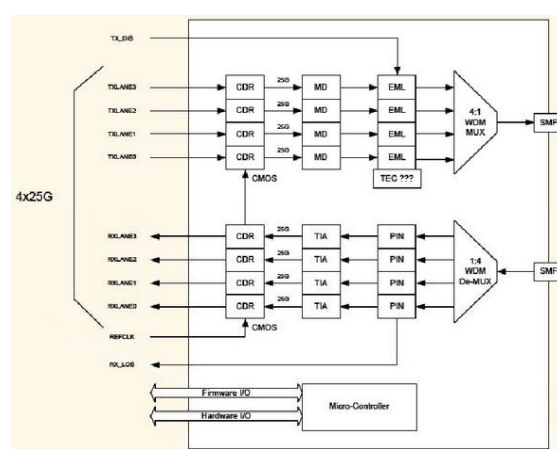
光芯片一般可以通过“单片集成”和“多个分立器件耦合”两种方式进行设计制造。例如，目前 100G 的光接收芯片很难由单片集成来实现，一般是由多个光接收芯片组成的并行阵列芯片。通常的做法有两种：一是采用 4 只 25G 光接收芯片组成 4x25G 阵列芯片，二是 10 只 10G 光接收芯片组成 10x10G 阵列芯片。

图 32：10x10G 方案示意图



资料来源：WTD、中信建投证券研究发展部

图 33：4x25G 方案示意图



资料来源：WTD、中信建投证券研究发展部



光芯片成本占比高，占据光器件产业链的制高点。一般而言，芯片在光器件/光模块的成本构成中占比为30%-40%。当然，越是高端的光器件/光模块，如100G光模块，由于芯片技术含量高，主要掌握在国外少数企业手中，其成本占比甚至可以达到50%以上。

光芯片领域国内厂商薄弱，与日美差距大。目前，全球主要的光芯片供应商多数在日美，包括Finisar、Lumentum、Avago、NeoPhotonics、Acacia、Kaia、Mellanox、NTT、Woriro等。国内厂商在光芯片领域较日美厂商有较大差距，在有源器件光芯片方面，目前主要有光迅科技、海信宽带、华工正源可以从事有源器件光芯片的设计与制造，但主要为10G及以下的中低端芯片，光迅科技的25G芯片仍在开发中；在无源器件芯片方面，国内的光迅科技、仕佳光子、鸿辉光通等已经可以批量供应PLC光分路器芯片，此外光迅科技还可以提供波分复用器件AWG的芯片。

我们认为，光芯片作为整个光通信产业链中技术难度最高的环节，占据了技术与价值的制高点，因此具有光芯片、尤其是高端光芯片设计与制造能力的公司有望最受益光通信大发展，建议重点关注光迅科技。

3.2 光组件：中国是最大生产地，市场竞争较激烈

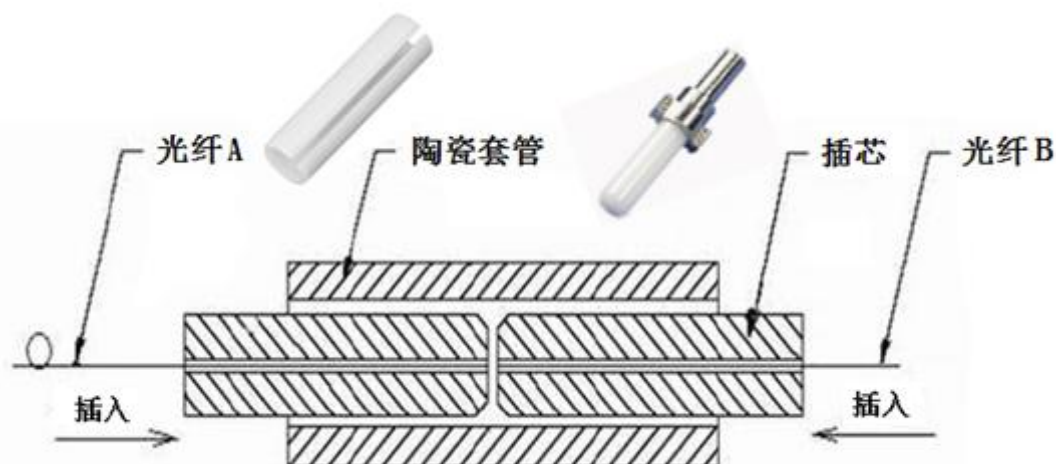
光组件是制造光器件和光模块的必备元器件，处于光器件行业上游，广义上来讲可归为光器件中的光无源器件，包括陶瓷套管、陶瓷插芯、光纤适配器及其它结构件（如光收发接口组件、精密金属件等）。

陶瓷套管主要用于光纤的活动连接，保证光纤间的精确对准，广泛应用于光纤连接器、光模块接口端、光衰减器等光器件中。光纤间的连接或者光纤与器件的接口需要依赖陶瓷套管保证直径约9μm的光纤纤芯精确对准，陶瓷套管属于光纤连接中的高精度元件，误差稍大即增加插入损耗，影响光信号的传输质量。

陶瓷插芯又称“陶瓷插针”，由二氧化锆烧制并经精密加工而成的陶瓷圆柱小管，主要用于光纤对接时的精确定位，广泛应用于光网络连接点、分路点等，是光通信网络中最常用、使用数量最多的精密定位件，其中约72%用于光纤连接器的制造。为了精确地传递信号，光纤陶瓷插芯制造精度要求非常高。

一般而言，陶瓷套管与陶瓷插芯配套使用，如光纤连接器由2个插芯和1个套管组成。其中，陶瓷套管的作用是精确对准两个插芯，使两个插芯内嵌的光纤对接形成一条光通路，尽量减少两个插芯接口处的光信号损耗，陶瓷插芯的作用是固定光纤线的一端，并通过外围散件实现与另一端光纤线高度精确的对接和紧固。

图 34：陶瓷套管及陶瓷插芯在光纤连接器中的应用示意图



资料来源：天孚通信、中信建投证券研究发展部

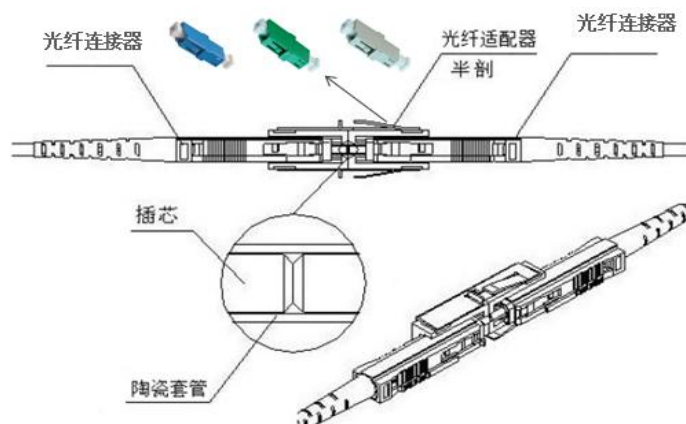
光纤适配器主要用于光纤连接器之间的对接，陶瓷套管是其主要功能元件，广泛应用于光分路器、光纤配线箱、光缆交接箱、光收发交换设备、中心机房等处。光纤适配器的性能直接影响光网络的稳定性。光纤适配器两端可插入不同接口类型的光纤连接器，包括 FC、SC、LC、ST、MU、MT-RJ 等等各种形式。其中，ST 连接器通常用于布线设备端，如光模块、光纤配线架等；而 SC 和 MT 连接器通常用于网络设备端等。

图 35：不同型号的光纤适配器



资料来源：天孚通信、中信建投证券研究发展部

图 36：光纤适配器的应用示意图



资料来源：天孚通信、中信建投证券研究发展部

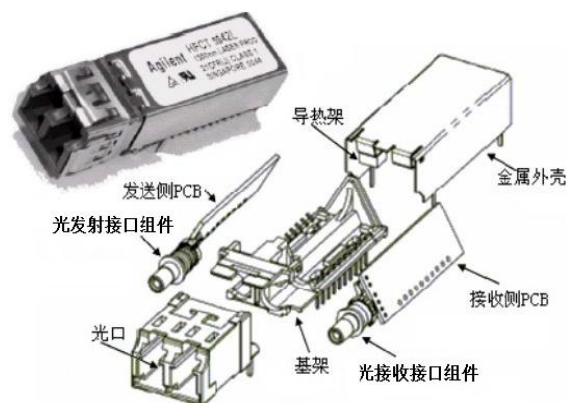
此外，其它结构件还有光收发接口组件、精密金属件、光纤转换器等。其中，光收发接口组件是由陶瓷套管、内置光纤的短插芯和不锈钢精密零件组成，是光模块的端口。光收发接口组件的主要作用是将聚焦后的光信号精确地传导到光纤连接器，或者将光纤连接器中输出的光信号精确地投射到光传感器上。光收发接口件的精密程度直接影响光发射模块中 LD 激光器所发射光束的聚焦精度，影响光接收模块中光束聚焦到光探测二极管上的精度，从而影响光收发模块的转换效率。高速率光模块对于光收发接口组件的精度要求非常严格。

图 37：光收发接口组件、精密金属件及光纤转换器



资料来源：天孚通信、中信建投证券研究发展部

图 38：光收发接口组件在光模块中的应用示意图



资料来源：天孚通信、中信建投证券研究发展部

中国是光组件的主要生产地，陶瓷插芯我国的产量在全球占比超过 95%，光纤适配器 80% 产自中国内地及台湾地区，光收发接口组件也有 70% 以上来自中国厂商。主要的供应商包括潮州三环、天孚通信、太辰光、日海通讯、科信技术、惠富康、翔通光电（中航光电子公司）、爱德曼、京瓷等。

我们认为，光组件作为制造光器件和光模块的必备元器件，使用量大，但技术门槛相对不高，单价也较低，因此在选择投资标的时，市场集中度高和具有规模效应应该是最重要的筛选指标。考虑到潮州三环集团在陶瓷插芯领域的市场占有率位居全球首位（国内市场占有率预计超过 60%，全球市场占有率预计高于 55%），天孚通信在光收发接口组件制造方面处于领先地位，在全球市场的占有率 20% 左右，建议重点关注。



3.3 光器件：国内厂商无源器件实力较强，有源器件偏弱

3.3.1 光无源器件：连接器和分路器竞争激烈，波分复用器件门槛较高

光纤连接器又称“跳线”、“活接头”，是实现光纤冷接的主要器件，国际电信联盟（ITU）将其定义为“用以稳定地，但并不是永久地连接两根或多根光纤的无源组件”，主要用于实现系统中设备间、设备与仪表间、设备与光纤间以及光纤与光纤间的非永久性固定连接，是光通信系统中不可缺少的无源器件，是目前使用数量最大的光无源器件。正是由于光纤连接器的使用，使得光通道间的可拆式连接成为可能，从而为光纤提供了测试入口，方便了光系统的调测与维护，同时又为网络管理提供了媒介，使光系统的转接调度更加灵活。

光纤连接器从结构上可分为单芯光纤连接器和多芯光纤连接器，目前使用最多的是单芯光纤连接器，它又有单模光纤用和多模光纤用之分。依据光纤接头的结构和形状，最常用的是 FC、ST、SC 型光纤连接器。其中，FC 型光纤连接器具有低损耗、低反射、性能优良、可靠性高等优点，广泛用于传输网及数字通信中；ST 型光纤连接器的优点是插入损耗低、重复性优良、可现场安装、成本较低，现已广泛用于局部区域网、计算机互连、仪器、军用制导系统等应用场合；SC 型光连接器在迅速发展的光纤用户回路中获得了广泛的应用。

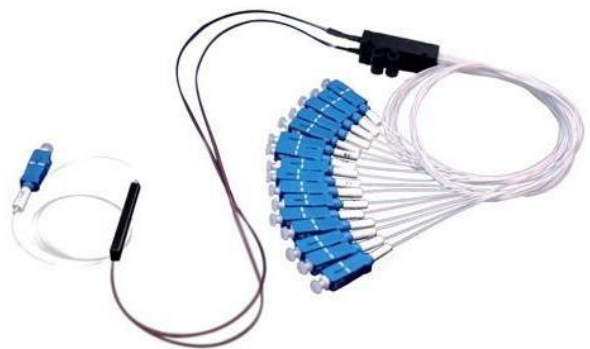
光分路器是对将光信号分至多条光纤的光器件的总称，基于平面波导技术（PLC）的光分路器是运营商 PON 网络中的核心器件。光分路器按照功率分配形成规格来看，可表示为 $M \times N$ 或 $M:N$ ，其中 M 表示输入光纤路数， N 表示输出光纤路数。在 FTTx 系统中， M 可为 1 或 2， N 可为 2、4、8、16、32、64、128 等。

图 39：光纤连接器——单双芯连接器



资料来源：天孚通信、中信建投证券研究发展部

图 40：PLC 光分路器



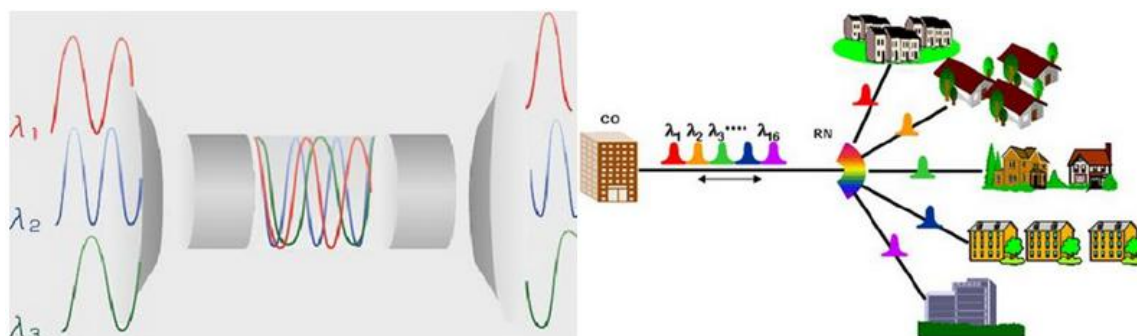
资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

光纤连接器和光分路器作为光通信系统中不可缺少的无源器件，使用量非常大，但供应商众多，市场竞争激烈，毛利率压力较大。供应商包括中国光纤（港股，中国最大的光纤连接器生产商）、太辰光、日海通讯、特发信息、博创科技、烽火通信、亨通光电、中天科技、通鼎互联、鸿辉光通、天孚通信和科信技术等。

波分复用解复用器（WDM/DWDM）是一种特殊的耦合器，是构成波分复用多信道光波系统的关键器件，可以将若干路不同波长的光信号复合后送入同一根光纤中传送，将同一根光纤中传送的多波长光信号分解后分送给不同的接收机。波分复用技术可以同时在一根光纤传输多路信号，进而大大提升了光纤的使用效率，充分释放了光纤带宽的潜能。例如，单根光纤复用 40 信道，每信道传输速度 10Gb/s，则传输速度可达 400Gb/s。因

此，在高速光通信系统和全光网络等领域，波分复用解复用有着广阔的应用前景。初期，波分复用解复用器件主要应用于电信运营商的骨干网，目前正在下沉至城域网和接入网，以及数据中心光互连等领域。

图 41：波分复用技术示意图



资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

常见的波分复用解复用器包括薄膜滤波器、阵列波导光栅（AWG）和可调光功率波分复用器（VMUX）等。其中，薄膜滤波器是基于薄膜滤光片的器件，主要应用于低通道稀疏波分（CWDM）市场；AWG 可将 40 个以上波长的光合波或将已合的光波分解成独立光波传输，广泛应用于密集波分复用（DWDM）系统中；VMUX 则由 AWG 和硅基可调衰减器（VOA）构成，可以超高速、精确均衡各信道光功率及合波。

光开关是一种具有一个或多个可选择的传输端口，可对光传输线路或者集成光路中的光信号进行相互转换或逻辑操作的器件。目前，光开关在光通信系统，尤其是在波分复用系统及全光网中有着重要的应用。光开关可以用于控制光源的接通和切断、光网络自动保护倒换、光网络监控、光纤通信器件测试及光交叉连接等。

光开关按照其工作原理可以分为机械式光开关和非机械式光开关两大类。机械式光开关是利用光纤或光学元件的移动，使光路发生改变。这类光开关技术比较成熟、插入损耗较低、隔离度高、且在消光比和偏振敏感方面具有良好的性能，但是开关时间较长（毫秒量级）、结构尺寸比较大且不易集成。非机械式光开关是利用固体物理效应，如电光、磁光、声光和热光效应等来改变波导折射率，使光路发生改变。这类光开关体积非常小、开关速度快（毫秒到亚毫秒量级），且易于大规模集成，但其插入损耗、隔离度、消光比等性能略差。

图 42：光开关示意图

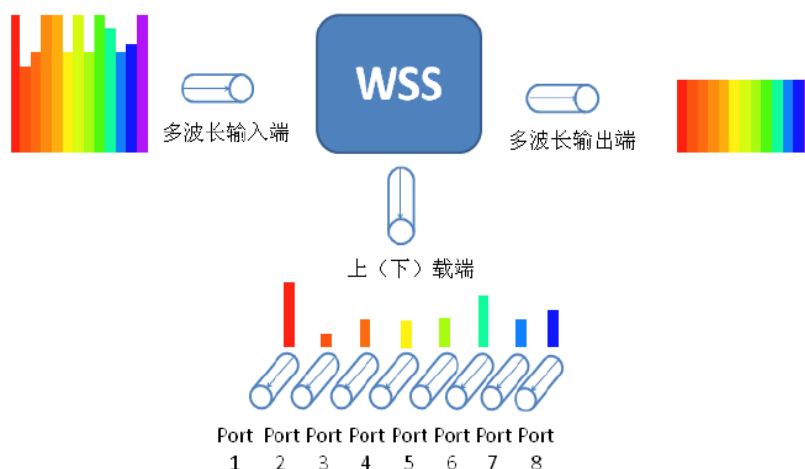


资料来源：光隆光电、中信建投证券研究发展部

在光开关器件中，波长选择光开关（WSS）尤其值得关注。随着波分复用技术的成熟和单波速率的持续提高，带宽的管理成为新的“瓶颈”：一方面波长通道数量的急剧增长引发网络运维部门需要针对波长进行维护管理和调度；另一方面随着电信业务的宽带化发展，其颗粒度也将不断提升，波长颗粒出租电路已经成为了一种新兴业务模式，凸显了对基于波长的调度、管理、保护恢复等方面的功能和性能要求。因此，可重构光分插入复用器（ROADM）设备应运而生，并取得了长足的进步。所谓 ROADM 是一种使用在 DWDM 系统中的器件或设备，其作用是通过远程地重新配置，可以动态上路或下路业务波长。也就是说，在线路中间，可以根据需要任意指配上下业务的波长，实现业务的灵活调度。

WSS 是 ROADM 节点中的核心器件，其功能是在输入的多个波长信号中将所选择的波长信号输出到指定的输出端口，可以通过软件控制动态上/下任意波长，增加网络配置的灵活性。由于 WSS 控制信号可以远程发送并可以进行实时调整，因此基于 WSS 的 ROADM 可完成光信道上下路以及光信道间的波长级别的交叉调度，实现上下路波长的远程配置和调整，从而使光网络具备重构功能，大幅增强网络的灵活性和可升级性。

图 43：WSS 功能示意图

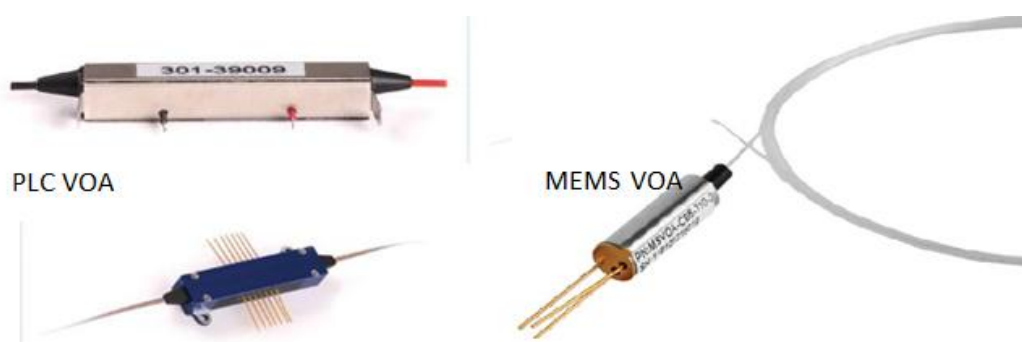


资料来源：博创科技、中信建投证券研究发展部

光衰减器通过对光信号的衰减来实现光功率的控制，是使传输线路中的光信号产生定量衰减的光器件。光衰减器是随着光通信行业的发展而出现的一种重要的光无源器件，广泛应用于波分复用系统中上行下行节点的信道功率平衡，掺铒光纤放大器的增益平坦，光通信线路系统的评估、研究、调整和校正等方面。

光衰减器可分为固定光衰减器(FOA)和可变光衰减器(VOA)两大类，FOA 只能对光功率进行预定量的衰减，而 VOA 既能对光功率进行预定量的衰减，也能对光功率进行实时控制，因此 VOA 已日渐成为主流。目前，VOA 的制造技术包括平面光波导技术(PLC)、MEMS 技术等。其中，PLC VOA 具有响应速度极快(<1ms)，功耗小，可调光功率范围大，插入损耗和偏振相关损耗低等特点，广泛应用于 DWDM 系统中光信号的均衡控制；而 MEMS VOA 具有波长相关性小、驱动电压低、体积小等优点，特别适用于 WDM PON 的功率管理。

图 44：光衰减器 VOA 示意图

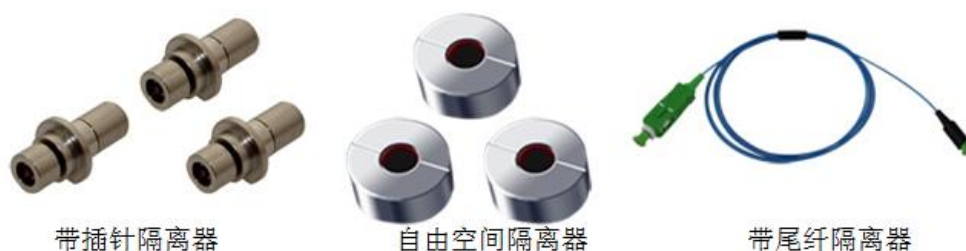


资料来源：博创科技、中信建投证券研究发展部

波分复用解复用器、光开关和光衰减器都是重要的光无源器件，都可以广泛应用于波分复用系统，技术门槛相对较高，市场集中度较好，国内厂商除了芯片需要采购之外，生产规模及市场占有率均居于前列。目前，国内主要的供应商包括光迅科技、博创科技、昂纳科技等，海外公司包括 Neophotonics、Lumentum 等。

光隔离器是一种只允许光正向传输的光无源器件，它相当于电子系统中二极管的功能，用来抑制光传输系统中反射信号对光源的不利影响，常置于光源后，是一种非互易器件。在光通信系统中，由于光从光源到接收机的传输过程中，不可避免地会经过许多不同的光学界面，在每一个界面处，均会出现不同程度的光反射，这些反射光会沿原光路传回光源。当回程光强度达到一定时就会引起光源工作的不稳定，激光器、放大器等对于稳定性的要求高，这些反射光就具有了很大的危害性，因此光隔离器广泛应用于光源、光纤放大器等。

图 45：光隔离器示意图



资料来源：昂纳科技、中信建投证券研究发展部

目前，光隔离器的主要供应商包括昂纳科技、光迅科技、Finisar、Electro-optical technology、金库光电等。其中，昂纳科技是全球最大的光隔离器供应商，其全球市场份额约为 41%，建议重点关注。

3.3.2 光有源器件：技术含量高，国内企业在放大器和收发次模块方面具有一定优势

光源/激光器是将电信号转换为光信号的核心器件，目前主流的激光器为 VCSEL、DFB 和 EML。

VCSEL 激光器的全称是垂直腔面发射激光器，具有体积小、圆形输出光斑、价格低廉和易于集成等特点，速率范围在 155M-16G，可以用于 500m 以内的短距离传输，因此其主要的应用场景为数据中心和接入网。

DFB 激光器的全称是分布反馈激光器，具有非常好的单色性（线宽极窄），速率范围在 2.5G-40G，可以用于 80km 以内的长距离传输，因此主要应用于城域网和数据中心，低速率产品也可用于接入网。

EML 激光器的全称是电吸收调制激光器，是在 DFB 基础上采用了外调制器（DFB 是内调制方式），因此较直接调制的 DFB 激光器，EML 的传输特性和传输效果要比 DFB 激光器好，具有高功率、窄线宽以及宽波长调谐范围等优点，可以广泛应用于 80km 以上的高速率、远距离的骨干网和城域网。

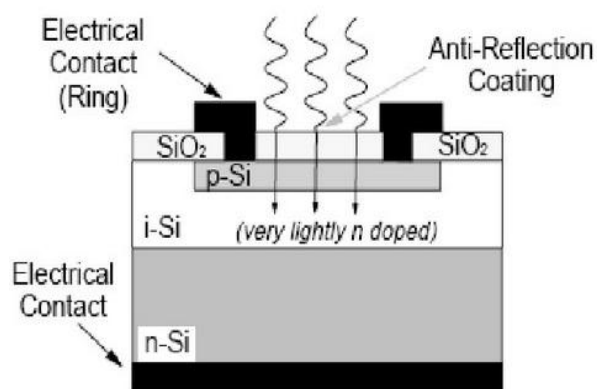
表 6：激光器分类

激光器类型	中文名称	传输距离及速率	主要的应用场景
VCSEL	垂直腔面发射激光器	500m 以内，155M-16G	数据中心、接入网
DFB	分布反馈激光器	80km 以内，2.5G-40G	城域网、数据中心、接入网
EML	电吸收调制激光器	高于 DFB	骨干网和城域网

资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

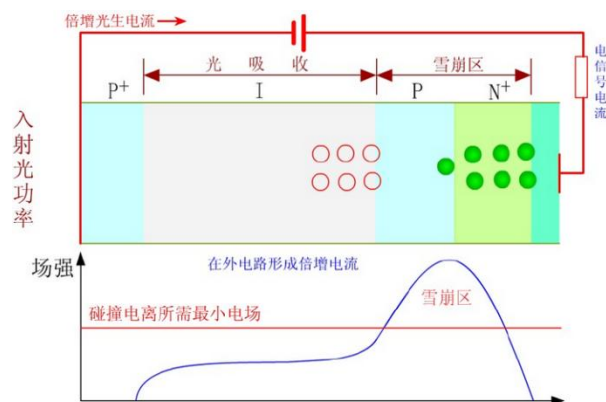
光探测器能够检测出入射在其上面的光功率，并完成光信号向电信号的转换。目前，常用的光检测器包括 PIN（光电二极管）检测器和 APD（雪崩光电二极管）检测器。其中，PIN 是在掺杂浓度很高的 p 型、n 型半导体之间加入一层轻掺杂的 n 型材料，成为 i 层，但其产生的光电流中存在扩散分量，影响了响应速度和灵敏度，一般用于短距离、对灵敏度要求不高的光通信系统中；而 APD 的设计动机是在光生电流尚未遇到后续电路的热噪声时已经在高电场的雪崩区中得到放大，因此有助于显著提高接收机的灵敏度，更适于长距离场景。

图 46: PIN 光电二极管结构图



资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

图 47: APD 雪崩光电二极管工作原理



资料来源：公开资料、中信建投证券研究发展部

光放大器是实现信号放大的一种全光放大器，目前最主要的是掺铒光纤放大器（EDFA）。掺铒光纤放大器是光通信技术的一项重大突破，它可免除常规光纤通信技术在中继站进行“光-电-光”变换而延长中继距离，使常规的光纤通信提高到一个新的水平，极大地推动了密集波分复用、光纤本地网的快速发展。

光调制器是高速、长距离光通信的关键器件，包括声光(AO)调制器、磁光调制器、电光(EO)调制器和电吸收(EA)调制器。光发射机的功能是把输入电信号转换成光信号，并用耦合技术把光信号最大限度地注入光纤线路，其中把电信号转换为光信号的过程就是光调制。调制后的光波经过光纤道送到接收端，由光接收机鉴别出它的变化，再恢复原来的信息，这个过程就是光调解。目前，电光调制器和电吸收调制器应用最广泛。

图 48: 光放大器示意图



资料来源：光迅科技、中信建投证券研究发展部

图 49: 电光调制器示意图



资料来源：锐力光电、中信建投证券研究发展部

光源/激光器、光检测器、光放大器及光调制器都是非常重要的光有源器件，技术含量高，供应商主要来自国外，包括 Finisar、Avago、Neophotonic、Lumentum、Kaiaam 等，目前国内主要有光迅科技、昂纳科技、海信宽带、华工正源等可以设计与制造，其中光迅科技在光放大器方面的份额比较领先。

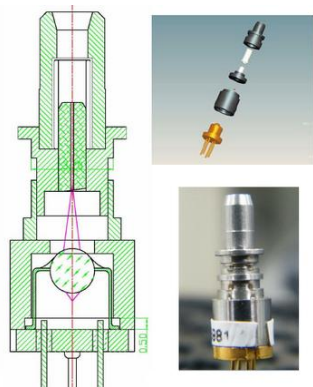
光收发组件是构成光模块的核心器件，主要包括 TOSA（光发射组件）、ROSA（光接收组件）和 BOSA（单

纤双向光组件)。TOSA 一般由激光器、金属结构件和陶瓷插芯等组成; ROSA 是由 PIN 或 APD 检测器、前置放大器及其它结构件组成; BOSA 是由激光器、检测器、光学滤波片、金属件、陶瓷套管和插芯构成。

图 50: TOSA 的封装结构

TOSA封装结构

基本构件:
LD TO-Can;
封焊管体 (Housing)
陶瓷插芯 (Fiber Stub)
陶瓷套筒 (Sleeve)
适配器 (Receptacle)
调节环 (Ring)
插针组件 (Receptacle)

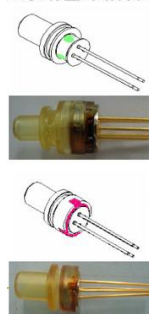


资料来源: 公开资料、中信建投证券研究发展部

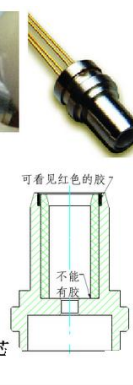
图 51: ROSA 的封装结构

ROSA封装结构

主要有塑封结构和金属结构



基本构件:
PD TO-Can
塑封适配器
封焊管体
金属适配器
闭口套筒
除特殊外, 一般不使用插芯



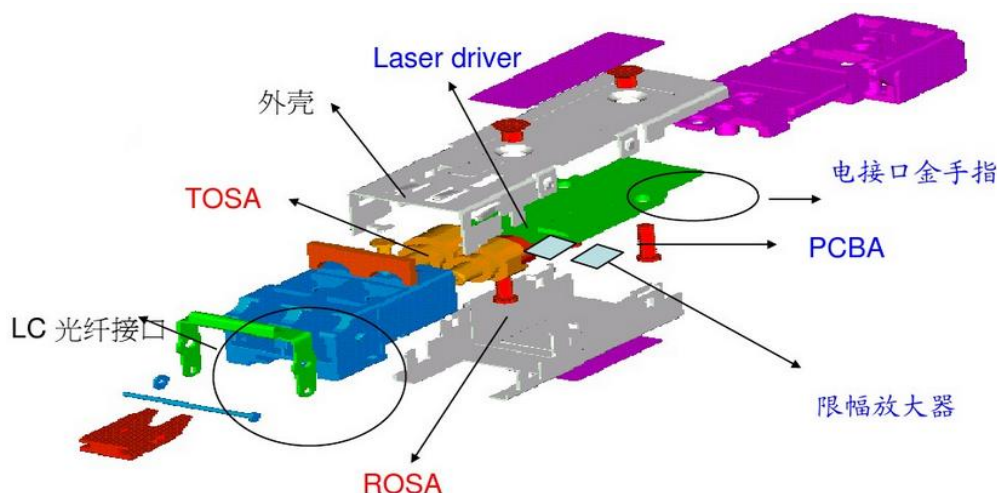
资料来源: 公开资料、中信建投证券研究发展部

目前, 光收发组件的主要供应商包括 Finisar、Kaiaam、博创科技、新易盛、武汉昱升、天孚通信、海信宽带、华拓光通信、储翰科技(新三板)等, 其中 Finisar、Kaiaam、博创科技、新易盛、武汉昱升目前已经可以供应 40G 及以上的光收发组件, 其余厂商主要供应 10G 及以下光收发组件(天孚通信正在研发高速组件)。

3.4 光模块: 由多种光器件封装而成, 分为点对点光模块和 PON 光模块

光模块由光器件、功能电路和光接口组件等组成, 其中的光器件包括 TOSA 和 ROSA 两部分。光模块的功能就是光电转换, 发送端把电信号转换成光信号, 通过光纤传送后, 接收端再把光信号转换成电信号。

图 52: 光模块结构示意图



资料来源: 公开资料收集、中信建投证券研究发展部

光模块可以按照封装方式、传输速率、网络拓扑和波长进行分类:

按封装形式分类，光模块可以分为 1x9、GBIC、SFF、SFP、XFP、SFP+、SFP28、CFP4、QSFP 等。

表 7：光模块封装形式分类

激光器类型	特点	示意图
1x9	速率在 155M-1G 之间，波长 1310nm、1550nm，传输距离可达 80km，该类型的光模块为 SC 接口，作为固定光模块使用	
GBIC	速率在 155M-2.5G 之间，波长 850nm、1310nm、1550nm，传输距离可达 160km，支持数字诊断功能、热插拔	
SFF	速率在 155M-2.5G 之间，波长 850nm、1310nm、1550nm，传输距离可达 80km，支持数字诊断功能，多应用于 EPON ONU 光模块	
SFP	速率在 155M-4.25G 之间，波长 850nm、1310nm、1550nm、WDM，传输距离可达 100km+，小型封装可插拔光模块	
XFP	速率在 10G，波长 1310nm、1550nm、DWDM，传输距离可达 80km+，带数字诊断功能，与 SFP 外形差异大，未来可能被 SFP+ 替代	
SFP+	传输速率为 10G，与 SFP 外形差不多，企业在进行交换机等研发设计时基本无需太大改动，成本低于 XFP	
SFP28	传输速率为 25G，与 SFP+ 外形类似，满足大型数据中心交换机高带宽、高端口密度要求，是未来数据中心 TOR 下联服务器的主流产品	
CFP4	基于标准化的 DWDM 光通信模块，传输速率可达 40G-100G，一般用于城域网等长距离传输	
QSFP	为了满足更高密度的高速可插拔解决方案而生，阐述速率可达 40G-100G，城域网及数据中心使用为主	
QSFP28	满足大型数据中心交换机高带宽网络架构需求，传输速率可达 100G，是未来大型数据中心网络架构中的主流产品	

资料来源：公开资料收集、中信建投证券研究发展部

按照传输速率分类，光模块可以分为 155Mb/s、622Mb/s、1.25Gb/s、2.5Gb/s、2.97Gb/s、4.25Gb/s、6.5Gb/s、8.5Gb/s、10Gb/s、40Gb/s、100Gb/s 等；传输速率是光模块重要的技术指标，高速率是发展趋势。

按照网络拓扑结构可以分为点对点光模块和点对多点光模块（PON 光模块），前者主要应用于数据中心、骨干网、城域网等；后者主要用于接入网的无源光网络（PON）中，如 GPON、EPON、10G PON 等。

根据光波的传输方式，可将光模块分为单波长通信系统用光模块和波分复用系统用光模块两类。单波长通信系统用光模块发射和接收波长分别为 850nm、1310nm 和 1550nm，其中 850nm 适合短距离多模传输，1310nm 适合中等距离传输，1550nm 适合长距离传输。相对于单波长，采用波分复用技术的系统能成倍增加网络带宽，根据标准波长间的间隔宽度不同，波分复用可细分为 CWDM（稀疏波分复用）和 DWDM（密集波分复用）。

目前，点对点光模块供应商主要为光迅科技、苏州旭创、新易盛、海信宽带、易飞扬、北亿纤通、Finisar、Avago、Neophotonics、Acacia、Lumentum、索尔思等，均可以提供 100G 及以下速率的光模块，华工正源、共进股份等主要可以生产 40G 及以下速率光模块；PON 光模块的供应商包括海信宽带、光迅科技、新易盛、共进股份、四、众里寻优，高端芯片、波分器件和光模块成为最主要看点



四、细分赛道看好波分器件和光模块

光器件产品种类繁多，而目前全球光器件行业总体市场规模为 100 亿美元，也就意味着单独看某个光器件，其市场规模可能并不大。此外，虽然光器件行业整体市场规模保持较快增长，但并不意味着所有种类的光器件均在增长，尤其随着市场需求的变化以及新技术的不断演进，一些光器件可能存在下滑情况。

从投资角度来看，我们认为，要筛选出高增长的光器件类型，首先要理清光器件行业的发展趋势。

4.1 光器件发展趋势：高速率、小型化、低成本，芯片为王，硅光子变革

光通信技术研究主要以高速率、大容量为发展方向。相应地，高带宽、小型化、低成本成为光器件发展的必然要求。就目前光模块的发展趋势来讲，主要向着高速率、小型化、低成本、低功耗、远距离方向发展。

所谓高速率，即要求光器件的传输速率越来越高，目前正在由 10G/40G 向 100G/400G 发展。当今时代，人们对信息量的要求越来越大，对信息传递的速率也要求越来越快，作为现代信息交换、处理和传输主要支柱的光通信网络，一直不断向超高频、超高速和超大容量发展，传输速率越高、容量越大，传送每个信息的成本就越低。近年，基于标准化的 40G 和 100G 光模块赢得了系统供应商的广泛兴趣和高度重视。目前欧美、日本等全球排名前列的光器件公司都在竞相研发 100G/400G 高速光模块产品，并逐步占领市场。

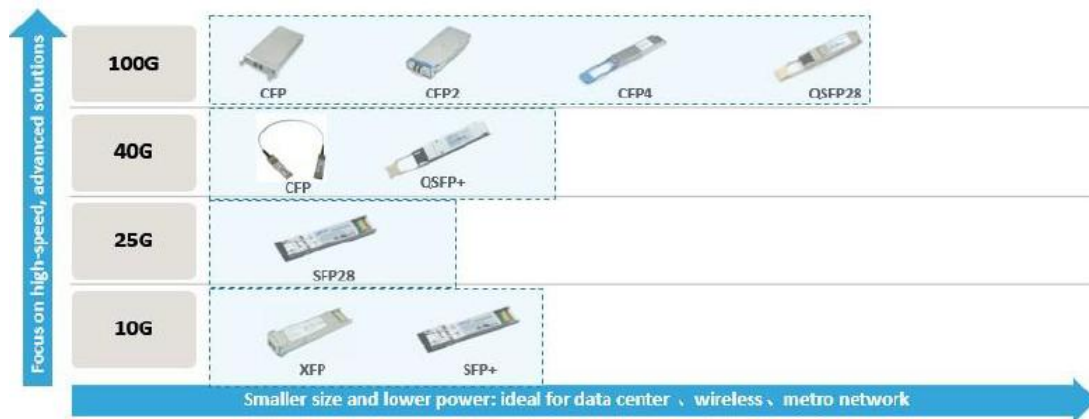
所谓小型化，即要求光器件向高度集成化、小型封装方向发展，物理体积要小，但功能还要全。例如，可调光衰减器（VOA）和光开关，其制造技术有多种，包括机械技术、磁光技术、平面光波导 PLC 技术、MEMS 技术等。其中，MEMS 技术具有驱动电压低、体积小、易于多通道集成、响应速度快、性价比高等优点，已经逐渐成为主流。此外，光模块由光器件、功能电路和光接口等结构件组成，光器件包括发射和接收两部分，发射部分包括 VCSEL、FP-LD、DFB-LD、EML 等几种光源；接收部分包括 PIN 型和 APD 型两种光探测器。目前，光通信市场竞争越来越激烈，通信设备要求的体积越来越小，接口板包含的接口密度越来越高。为了适应通信设备对光器件的要求，光模块正向高度集成的小封装发展。高度集成的光电模块使用户无须处理高速模拟光电信号，缩短研发和生产周期，减少元器件采购种类，减少生产成本，因此也越来越受到设备商的青睐。

所谓低成本、低功耗，即要求光器件降低成本，提高成品率，采用低电压等方式降低能耗。目前，光通信设备的体积越来越小，接口板包含的接口密度也越来越高，这就要求光器件向低成本、低功耗的方向发展。据了解，当前光器件一般都采用混合集成工艺和气密封装工艺，下一步的发展方向将是非气密的封装，需要依靠无源光耦合（非 X-Y-Z 方向的调整）等技术进一步提高自动化生产程度，降低成本。随着光模块市场需求的迅速增长，功能电路部分专用集成电路的供应商也逐渐增多，供应商在规模化、系列化方面的积极投资使得此类 IC 的性能越来越完善，成本也越来越低，从而缩短了光收发模块的开发周期，降低了成本。尤其是处理高速、小信号、高增益的前置放大器采用的是 GaAs/InP 工艺和技术，SiGe 技术的发展，使得这类芯片的成品率及制造成本得到很好的控制，同时可进一步降低功耗。另外采用非制冷激光器也进一步降低了光模块的制造成本。目前的小封装光模块也都采用低电压供电，保证了端口的增加不会提高系统的功耗。

此外，光模块的另一个发展方向是远距离。如今的光网络铺设距离越来越远，这要求远程收发器来与之匹配。典型的远程收发器信号在未经放大的条件下至少能传输 100 公里，其目的主要是省掉昂贵的光放大器，降低光通讯的成本。基于传输距离上的考虑，很多远程收发器都选择了 1550 波段（波长范围约为 1530 到 1565nm）作为工作波段，因为光波在该范围内传输时损耗最小，而且可用的光放大器都是工作在该波段。



图 53：光模块向高速率、小型化、低成本方向发展



资料来源：中际装备、中信建投证券研究发展部

我们认为，光器件向高速率、小型化、低成本、低功耗、远距离方向发展的首要前提是光芯片。

光芯片处于光器件产业链的上游，是制造光器件/光模块的必备元件，无疑占据了技术与价值的制高点。所以毫不夸张地讲，在光器件产业链里，芯片为王，越是高端的光器件/光模块，如 100G 光模块，由于芯片技术含量高，主要掌握在国外少数企业手中，其成本占比甚至可以达到 50% 以上。2016 年 100G 光模块供需极度紧张，出货量严重无法满足客户需求，其瓶颈恰恰是 25G/100G 光芯片及相应的光源/检测器产能不够。

光芯片的生产一般需要经过设计、制备以及封测三个阶段。其中，光芯片的制备包括外延材料的生长及后续的工艺制备等。外延材料的生长要根据设计结构，使用金属有机物气相沉积方法或分子束外延方法在 InP 或 GaAs 衬底上生长出满足设计要求的外延片。外延材料的质量直接决定了最终光芯片的性能，因此光芯片的制备环节至关重要。后期的工艺制备工作主要包括利用半导体工艺技术，如光刻、刻蚀等，将外延材料制作成光芯片。在光芯片的生产工程中，制备环节是核心，同时也是限制我国高端光芯片发展的主要瓶颈。

近年来，光通信应用领域正在拓宽，正在向用户端延伸，进而最终要实现板卡光互连、芯片光互连等。目前，一些个人电脑、高性能服务器以及手机等产品上已经开始采用光接口，这也需要用到大量的光器件。因此，硅光子学开始走进光通信行业，正在影响光通信产业的走向，有望改变信息技术的未来。

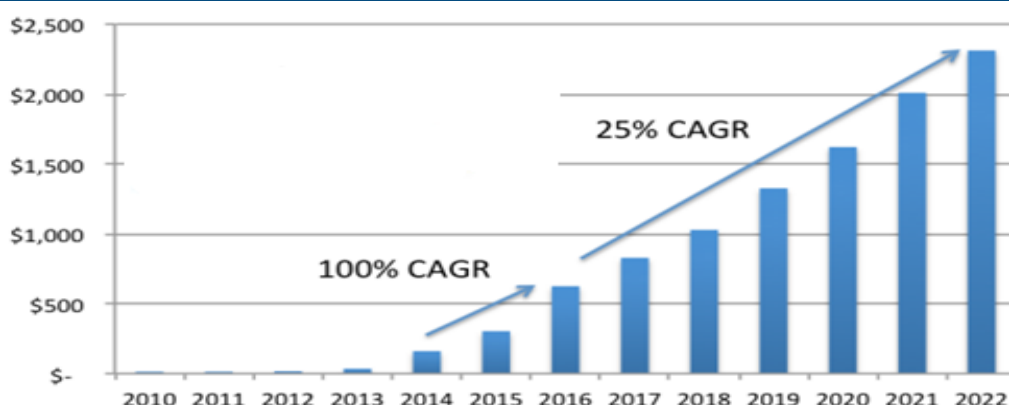
我们知道，集成电路普遍采用的互连方式是基于铜线低 k 介质的金属互连、电互连。但人们发现传统的铜电路已经接近物理瓶颈，继续提高带宽变得越来越困难。同时云计算产业却对芯片间数据交换能力提出了更高的要求：数据中心、超级计算机通常会安装数以千计的高性能处理器，可这些芯片的协同运算能力却受到芯片互联带宽的严重制约。例如一颗 Xeon CPU 从与自己直接连接的内存中读取数据的带宽高达每秒 40G 字节，但如果是从另一颗 Xeon 芯片控制的内存中读入资料，带宽就会下降一半甚至三分之二。单颗芯片的性能越强、互联的芯片数量越多，较低的互联带宽就越容易成为性能提升的障碍。铜电路不仅带宽提升困难，功耗和发热也不可小视，业界对硅光学技术的需求已经到了迫在眉睫的程度。因此，光互连替代电互连已成为趋势。

硅光子技术作为一种实现光互连的方式，应运而生。硅光子可以利用 CMOS 微电子工艺实现光器件的集成制备，该技术结合了 CMOS 技术的超大规模逻辑、超高精度制造等特性，以及光子技术超高速率、超低功耗的优势，能够实现以光速传递信号，从而大大缩减了信息在器件之间的传输时间。因此，芯片之间的互连速率也

可以比较容易地提高到 40Gb/s，这使得硅光子器件将在光互连中起到非常重要的作用。近十年来，基于硅光平台的光调制器、光探测器、光开关和异质激光器被相继被验证，为大规模光子集成奠定了基础。

目前，光芯片多基于 InP 和 GaAs 衬底制备而成。主要原因是 InP 和 GaAs 材料是构成激光器的重要原材料，而硅材料（Si）由于材料本身特性的限制，难以制备出高质量的激光器。但光芯片使用的 InP 和 GaAs 衬底由于材料生长的限制导致难以获得大尺寸的单晶晶片，进而限制了生产规模，也使得成本居高不下。而 Si 衬底，其成本更低，虽然目前技术门槛高，良率较低，距离产业化仍有一段距离，但未来发展空间较大。LightCounting 预测认为，到 2020 年，全球硅光子器件的市场规模有望超过 15 亿美元，较 2016 年增长 170%。

图 54：硅光子器件市场规模预测（单位：百万美元）



资料来源：LightCounting、中信建投证券研究发展部

现阶段，国际上从事硅光子研究的公司主要包括 Intel、IBM、Acacia、Finisar、Luxtera 等，国内主要是光迅科技、华为等。2016 年 5 月，Acacia 于美国纳斯达克上市，成为了首家上市的硅光子公司，2016 年第四季度公司实现营收 1.42 亿美元，同比增长 108%，这些都标志着硅光子器件的产业化正在走向成熟。

4.2 三标准甄选，看好波分器件和光模块

我们认为，在众多的光器件产品中，应该基于“发展趋势、应用范围、竞争程度”三个维度来筛选出其中增速可能明显较快的光器件类型，这些也恰恰是投资中应该予以重点关注的结构性亮点。

从“发展趋势”来看，前面已经详细阐述，其实核心还是流量大爆发，高速率这一趋势，包括大型数据中心的服务器和存储设备的数据接口正在从 1G 升级至 10G 和 25G，交换机接口正在从 10G 升级至 40G/100G；未来几年电信运营商将通过 PTN、IPRAN 新建及扩容、波分下沉等方式来提升城域网的承载能力，接入网将规模部署 10G PON 等等。因此，从这个维度来看，高速光模块（包括点对点光模块及 PON 光模块）、应用于 DWDM 的光器件（包括 AWG、VMUX、VOA、光开关/WSS 等），PLC 光分路器符合业务发展潮流。

从“应用范围”来看，可应用的领域越广，使用量越大，则越值得关注，该类光器件一般为必备或常用基础元器件。我们认为，光组件中的陶瓷套管、陶瓷插芯、光纤适配器及光无源器件中的光纤连接器符合该要求。此外，高速光模块（包括 40G/100G 点对点光模块）、DWDM 系统类光器件（包括 AWG、VMUX、VOA、光开关/WSS 等）的应用领域也正在不断扩大，包括骨干网、城域网、接入网、移动网及数据中心等。

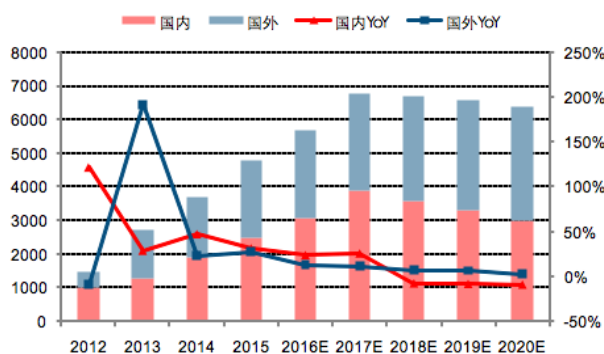
从“竞争程度”来看，主要关注市场集中度，如果供应商越少，竞争也就相对不激烈，价格可能会保持相对



稳定甚至上涨，其结果就是“量收增长同步”。目前来看，国内的光有源器件（光源、探测器、放大器、光收发次模块）、光模块、DWDM 器件、陶瓷插芯、光收发接口组件、光隔离器等集中度较高，值得关注。

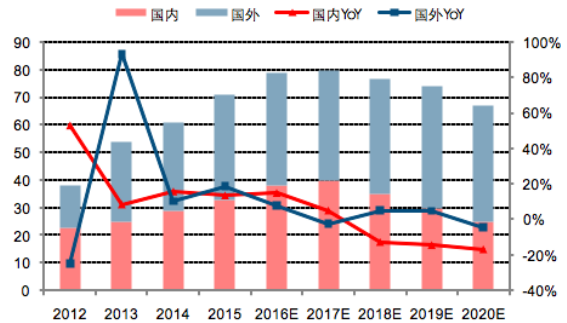
虽然部分光组件、光无源器件使用量也比较大，但由于市场集中度较差，因此很可能出现“量增收入降”的局面。以 PLC 光分路器为例，由于供应商众多，竞争激烈，导致电信运营商集采价格快速下滑，虽然需求量增，但总体市场规模可能持平或下滑，尤其随着 FTTx 覆盖日趋完善，即便 10G PON 上量，但也无需更换分路器。因此，我们预计从 2017 年开始，全球 PLC 光分路器将进入“需求量增但收入持平或下滑”阶段。

图 55：全球 PLC 光分路器需求预测（单位：万只）



资料来源：ICCSZ、鸿辉光通、中信建投证券研究发展部

图 56：全球 PLC 光分路器市场规模预测（单位：亿元）



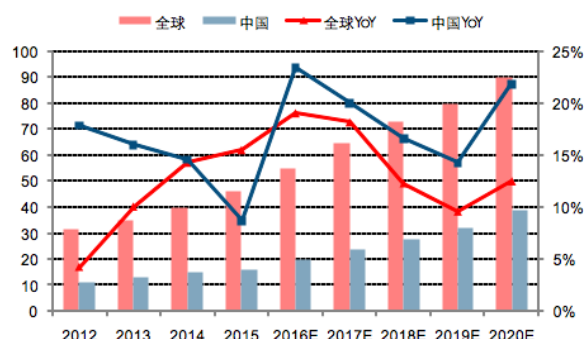
资料来源：ICCSZ、鸿辉光通、中信建投证券研究发展部

综合来看，我们认为光模块（主要是 40G/100G 点对点和 10G PON）与 DWDM 类光器件（包括 VMUX、AWG、VOA、光开关/WSS 等）最具增长潜力。如向上游追溯，其核心都是光芯片，而光模块广义上也属于光有源器件，实际上也是由光源、探测器等光有源器件封装而成。因此从投资角度来看光芯片、光有源器件、光模块和 DWDM 器件都值得关注。接下来，我们将主要分析光模块和 DWDM 器件的市场空间。

高速光模块方面，随着光通信网络的不断升级扩容以及用户对传输速率要求的不断提高，光模块市场迅速增长，特别是 40G/100G 需求量持续上升。目前骨干网 100G 传输已成标准配置，400G 试验网也正在试运行，DWDM 100G 端口正在上量，而在数据中心方面，无论是数据中心的内部互联还是接入都必须采用光通信，这些都使得数据中心对于光模块的需求加速增长。以 Google、Facebook 为主的超大规模数据中心也以 40G/100G 光模块为主要配置，国内 BAT 也开始规划建设自己的大型数据中心，且 BAT 已经开始认证 25G 产品。

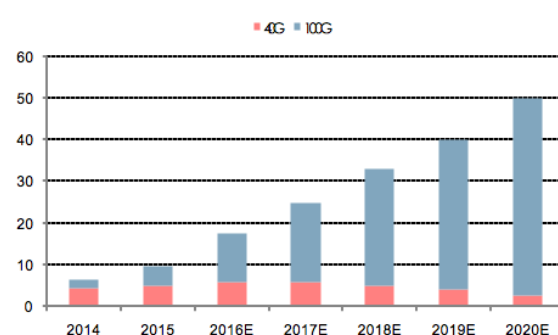
我们认为，未来 5 年，大型互联网公司将继续引领高速光模块的采用。根据 Ovum 和 LightCounting 的预测，结合国内调研数据，我们预计 2017 年全球光模块销售收入将达 65 亿美元，其中我国市场规模约为 24 亿美元，占比 36.9%。预计 2017 年，全球 40G/100G 高速光模块市场将增长 42.9%，达到 25 亿美元。

图 57：全球及中国光模块市场规模预测（单位：亿美元）



资料来源：OVUM、C&C、LightCounting、中信建投证券研究发展部

图 58：全球高速光模块市场规模预测（单位：亿美元）

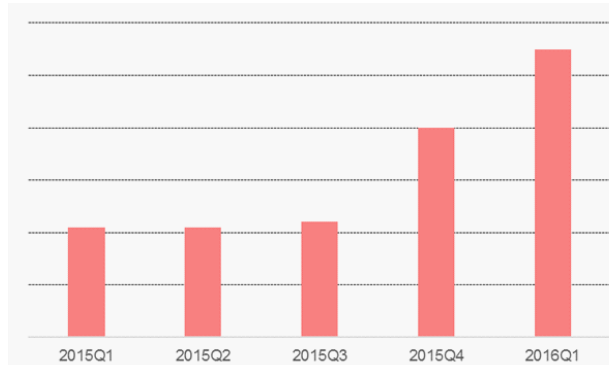


资料来源：Light Counting、OVUM、中信建投证券研究发展部

DWDM 系统类器件方面，我们预计未来 3 年 DWDM 类器件的需求非常强劲，主要得益于电信运营商的城域网和骨干网升级，波分下沉的积极推进，加之数据中心之间的互联也需要用到 100G/400G 的 DWDM 端口。预计 2016 年 DWDM 器件市场规模将较 2015 年大增 50%，预计未来 3 年其增速可以维持在 30-50% 之间。

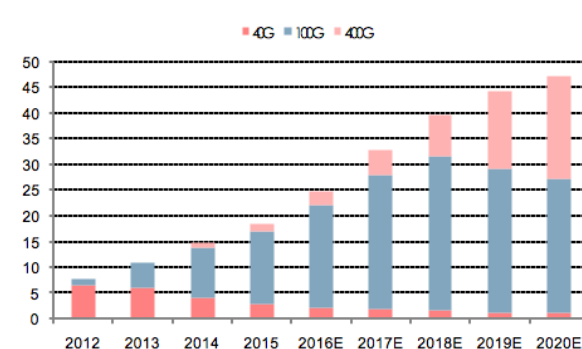
Light Counting 数据显示，2015 年 100G 及以上 DWDM 端口销量达到 15 万只，较 2014 年增长近 50%。同时，该机构还认为，在 DWDM 端口销售的驱动下，电信市场的 100G 光器件销售在经历了 2015 年 Q4 的强劲之后又在 2016 年 Q1 实现了创纪录表现。华为成为其中的大赢家，其在近几个季度，100G DWDM 端口出货量节节攀升。据了解，2016Q1 华为的大部分 100G DWDM 端口出货给了中国移动。此外，LightCounting 预计 2016Q2 中国联通对华为 100G DWDM 端口的需求将显著上升。与此同时，华为和其他系统设备商普遍表示，北美和欧洲的 100G DWDM 端口需求增长仍保持强劲，尤其是大型网络运营商、数据中心服务商的需求尤为强烈。

图 59：华为 100G DWDM 端口出货量走势



资料来源：OFweek、中信建投证券研究发展部

图 60：全球 DWDM 器件需求量预测（单位：万端）



资料来源：Light Counting、OFweek、中信建投证券研究发展部

五、国内光器件产业空芯化严重，成就国产替代机会

5.1 国内光器件产业偏弱，空芯化问题严重

经过多年的发展，我国的光通信产业取得了巨大进步。在光通信设备方面，以华为、中兴通讯为代表的国内光通信系统设备商在光传输设备、无线通信设备等方面已经迎头赶上国际先进水平，市场份额位居全球前列，2015 年全球前五名光网络设备厂商中，华为和中兴分列第一和第四位，份额占比分别为 26% 和 11%。在光纤光缆方面，以长飞、亨通、烽火等为代表的公司，已经跻身全球最具竞争力的光纤光缆企业，此外我国光棒自给率也明显提升，已经达到 70% 以上，光纤光缆产能已经占到全球近 60%。但在光器件领域，国内的光通信设备商还严重依赖于国外厂商，尤其是高端的光芯片、核心器件，如高速光模块，智能全光网用 ROADM（可重构光分插复用设备）等大量依赖进口，阵列波导光栅（AWG）尽管可以国内封装，但芯片也依赖进口。

以光模块为例，虽然国内企业已经逐渐成为全球市场的重要参与者，但国内光模块厂商仍以低技术含量、低速率产品为主，高端光模块及其激光器、检测器芯片等仍然掌握在国外光模块厂商手中。

一方面，我国的光模块芯片缺乏核心技术。在光模块的生产中，芯片的技术含量最高，是其中的核心技术。光模块芯片的开发对企业来说是一个挑战，目前只是少数大企业可以自行制造芯片，因此，国内光模块生产商使用的光收发芯片大多采用国外厂家的芯片产品，国内企业在高端芯片上与国外相比仍有不小的差距。在有源器件光芯片方面，目前主要有光迅科技、海信宽带、华工正源可以设计与制造，但其产品主要集中在 10G 及以下的中低端领域，光迅科技的 25G 芯片仍在开发中；在无源器件芯片方面，国内的光迅科技、仕佳光子、鸿辉光通等已可以批量供应 PLC 光分路器芯片，但 DWDM 器件方面国内仅有光迅科技可以提供 AWG 芯片。

另一方面，我国光模块在中低端领域竞争激烈。目前，欧美、日本等全球排名前列的光器件公司都在竞相研发低功耗、小型化的高速光模块产品并逐步占领市场，而国内由于起步较晚，与国外同行相比，仍然集中于提供 10G 甚至 2.5G 以下的低端产品，高速光收发模块产品市场份额（主要是 40G、100G 及以上）还相对比较欠缺。因此，大部分国内企业主要依靠中低端产品的价格优势生存，产品大多集中在 10G 以下的光模块。随着近年来国外公司在中国纷纷设立研发和制造基地，吸引国内技术人才，降低产品生产成本，介入中低端光模块产品市场的竞争，使得同一技术层面的国内光模块公司间的相互竞争越来越激烈，价格快速下滑。

5.2 中兴遭处罚，特朗普上台，国产替代成趋势

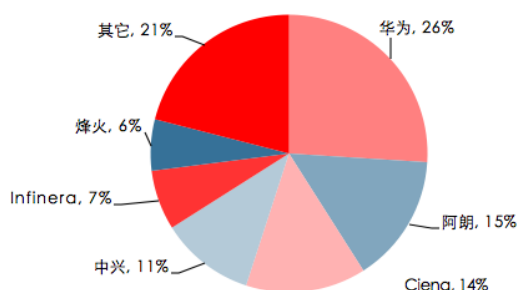
2016 年 3 月 8 日，美国商务部拟对中兴通讯实施出口限制，原因是中兴涉嫌违反美国对伊朗的出口管制政策，未来美国供应商在向中兴通讯出口任何货物前，均需向美商务部申请许可。2017 年 3 月 8 日，中兴通讯公告称，公司已就美国商务部工业与安全局（以下简称“BIS”）、美国司法部（以下简称“DOJ”）及美国财政部海外资产管理办公室（以下简称“OFAC”）对本公司遵循美国出口管制条例及美国制裁法律情况的调查达成协议（以下合称“该等协议”）。鉴于本公司违反了美国出口管制法律，并在调查过程中因提供信息及其他行为违反了相关美国法律法规，本公司已同意认罪并支付合计 892,360,064 美元罚款。此外，BIS 还对本公司处以暂缓执行的 3 亿美元罚款，在本公司于七年暂缓期内履行与 BIS 达成的协议要求的事项后将被豁免支付。

我们认为，“中兴事件”凸显了我国光器件及光芯片缺失问题的严重性。虽然该事件最终以中兴接受罚款换得贸易解禁的方式结束，但国内光通信设备商被国外芯片及器件厂商“卡脖子”的问题依然存在。

而随着美国新一届总统特朗普的上台，中美贸易摩擦风险上升，中兴、华为、烽火等国内光通信设备企业必然会因为“中兴事件”而心有余悸。LightCounting 近期也发表评论认为，特朗普总统希望与中国达成“更好的交易”和“公平交易”的愿望在竞选时被多次提及，中美之间存在贸易摩擦风险，这将对中美两国的光通信产业造成重大影响。未雨绸缪，中国的华为、中兴、烽火可能需要寻求中国、日本或欧洲的替代品。

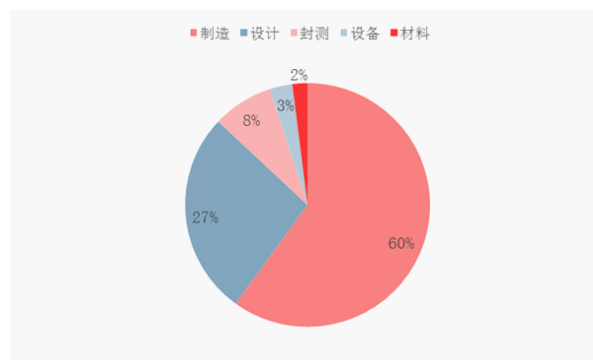
我们认为，凡事总有两面性，从大国博弈的角度来看，“中兴事件”无疑有助于提升我国光芯片、高端光器件的战略地位，国家可能会进一步加大扶持力度，加速进口替代的进程，而且国产替代具有两大可行性基础。一是，我国光通信设备市场占有率全球领先。IHS 和 OVUM 数据显示，2015 年第四季度，我国华为、中兴、烽火通信分别占全球光网络设备市场份额的 26%、11% 和 6%，其中华为排名第一、中兴排名第四，而且从数据跟踪来看，华为、中兴和烽火在全球的份额还在不断提升中。二是，国家大力发展半导体行业，成立近 1400 亿元的国家集成电路产业投资基金。截至 2016 年 10 月，国家集成电路产业投资基金首期募资规模 1387.2 亿元，已进行 40 笔投资，承诺投资额也已接近 700 亿元，其中约 60% 的资金投向半导体制造领域。我们认为，以半导体激光器、半导体检测器等光有源器件为主要生产对象的光芯片行业，也属于半导体行业，“中兴事件”的发生可能加速催化政府对于我国上游高端光芯片及光模块的扶持力度，进而推动我国光芯片行业的技术升级。

图 61：全球光网络设备供应商的市场份额



资料来源：IHS、OVUM、中信建投证券研究发展部

图 62：大基金承诺投资各产业链占比



资料来源：Light Counting、OFweek、中信建投证券研究发展部

由此判断，我国光器件/光模块厂商，尤其是具备芯片能力，可以提供高速光模块的厂商将有望受益，在“国产替代”潮流中，一方面实现技术提升和产业升级，另一方面大幅提升全球市占率，实现业绩提升。

六、建议重点关注“综合实力强”和“细分领先”的龙头标的

我们认为，受益流量大爆发，网络建设扩容的投资具有接续性，光器件行业的景气周期有望持续 5-10 年。具体来讲：一是电信运营商的接入网 FTTx 大规模部署以及国内 10G PON 预计 2017 年起将正式上量，周期预计可以持续 3 年以上；二是宽带速率大幅提升后，城域网压力骤升，电信运营商必须进行 PTN、IP RAN 的新建和扩容，以及开展波分下沉，建设周期预计可以持续 3 年以上；三是城域网升级后，骨干网又会面临压力，400G 部署预计在 2018 年下半年或 2019 年将开始规模部署；四是 5G 建设，预计将从 2019 年正式启动，预计周期可以维持 3-5 年；五是大型数据中心由 10G/40G 向 25G/100G 升级；六是消费电子光互连带来的新机会。

在行业高景气的周期里，我们建议重点关注光器件相关的投资机会，主要看好以下两类标的：

一是综合实力强，具备芯片到高端器件能力，产品类型丰富的企业，如光迅科技、昂纳科技、海信宽带；

二是专注于特定光器件，且该类光器件的市场集中度较好，符合发展趋势，份额领先，如 DWDM 器件、高速光模块、高速光收发组件等，如中际装备（苏州旭创）、博创科技、天孚通信、新易盛、共进股份等。

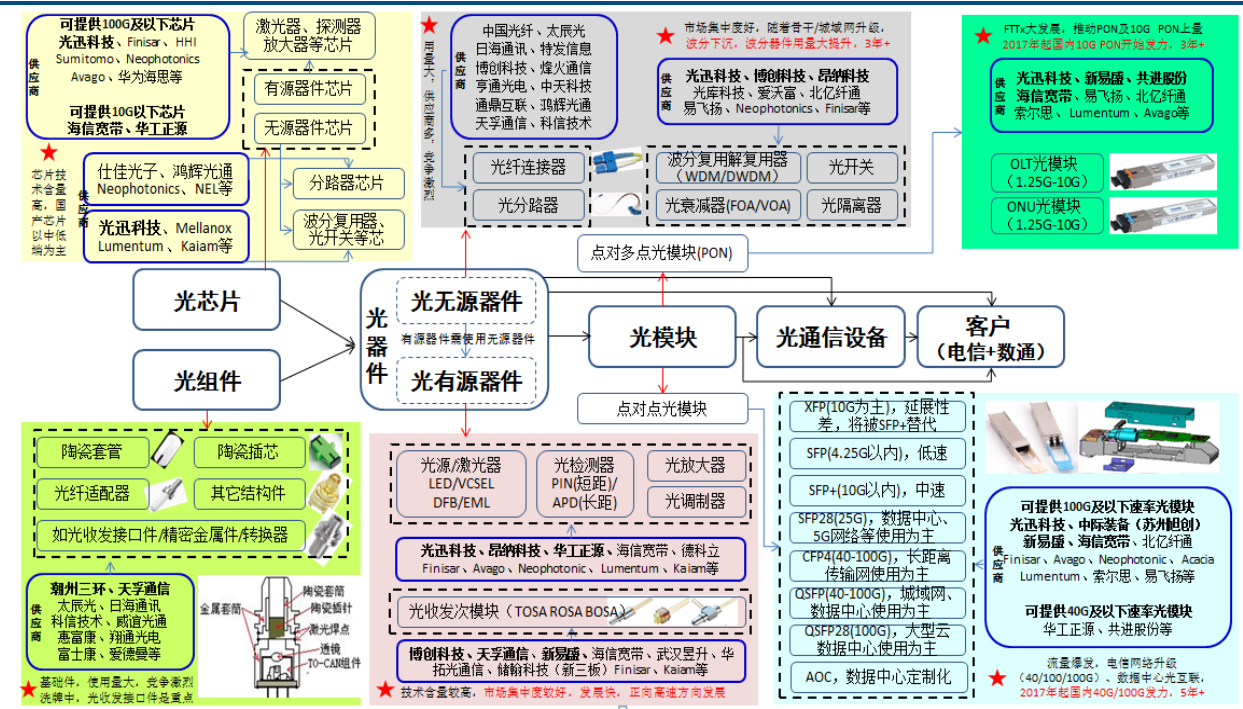


综合来看，我们基于“发展趋势、公司核心竞争力及市场地位、成长性”三个维度给出以下投资建议：

重点推荐：光迅科技、中际装备、博创科技、天孚通信、新易盛；港股方面，推荐昂纳科技集团。

建议关注：共进股份、华工科技、三环集团。

图 63：光器件行业投资图谱



资料来源：中信建投证券研究发展部

6.1 光迅科技：国内光器件龙头，掌握核“芯”竞争力

光迅科技是中国最大、全球份额排名前五的光器件供应商，产品种类丰富，涉及无源和有源产品，包括光纤放大器、DWDM 器件、光模块等，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。

公司力推芯片自产化，高端芯片供货在即，有望提升毛利水平。芯片是光器件的价值链核心，实现芯片自产可以大幅提高毛利率。公司加大研发力度，推进芯片自研自产，10G 部分芯片已量产，2017 年或将具备 10G EML 芯片量产能力，25G DFB 和 EML 芯片下半年或完成客户认证，年底出货，毛利率有望稳步提升。

公司与邮科院成立国家重点实验室，战略布局硅光领域。硅光子技术，即利用基于硅材料的 CMOS 微电子技术实现光子器件的集成制备，将光器件与集成电路集成在同一芯片上，具有超高速率、超低功耗的特点。根据 Intel 的预测，2016 年硅光技术在数据中心市场将达 10 亿美元，2020 年有望达到 40 亿美元。光迅科技在国内布局硅光较早，与邮科院成立国家重点实验室，有望年内推出 100G 硅光模块。

盈利预测与评级：公司作为国内光器件绝对龙头，芯片能力相对突出，我们预计公司 2017-2018 年净利润分别为 4.5 亿元、6.3 亿元，对应 EPS 分别为 2.15 元、3.01 元，对应 PE 分别为 37、26 倍，维持“买入”评级。

6.2 中际装备：收购苏州旭创，晋升数通光模块领军者

公司目前主营电机定子绕组制造装备，近年来受国内经济增速放缓影响，主业表现疲弱。因此，2016 年 9 月，公司发布预案，拟通过发行股份方式作价 28 亿元收购苏州旭创 100% 股权。2016 年 3 月 8 日，公司发布公告，发行股份收购苏州旭创并募集配套资金经证监会并购重组委审核，获得有条件通过。

苏州旭创是数通光模块龙头。旭创主要从事 10G/25G/40G/100G 等高速光模块的研发、设计与制造，主要为云计算数据中心、无线接入以及传输等领域客户提供最佳光通信模块解决方案。2015 年，公司来自云计算服务商亚马逊和谷歌的收入超 60%，在全球数通光模块领域市场份额约 10%，仅次于 Finisar 和 Oclaro。

受益流量爆发，数通高速光模块需求旺盛，公司业绩有望保持较快增长。思科预测认为，全球超级数据中心将从 2015 年的 259 个增长到 2020 年的 485 个，同时超级数据中心的流量也将在未来的 5 年间增长 5 倍。因此，数通光模块需求将持续旺盛，而公司作为全球领先的数通光模块供应商，40G/100G 产品占比已超 8 成，有望明显受益，业绩承诺（2016-2018 年分别为不低于 1.73 亿元、2.16 亿元和 2.79 亿元）大概率可以完成。此外，公司拟募配套资金不超过 4.9 亿元，其中上市公司实际控制人王伟修大额认购 2.84 亿元，彰显发展信心。

盈利预测与评级：根据公司公告，截至 2016 年 1-11 月，苏州旭创已实现扣非净利润 2.02 亿元，大超承诺。我们预计 2016-2018 年公司净利润为 2.2 亿元、3 亿元、3.9 亿元，对应 PE 分别为 59、43、33 倍，公司主要面向数据中心，增长速将高于光模块行业平均水平，能享受一定的估值溢价，维持“买入”评级。

6.3 博创科技：受益于波分下沉，期待有源突破

博创科技系全球规模最大的 PLC 集成光器件生产商之一，主要产品包括 PLC 光分路器、DWDM 器件（VMUX 和 AWG）、光有源器件（光接收次模块 ROSA）等。其中，光分路器和 DWDM 器件出货量全球领先。

受益光器件行业高景气，公司业绩 2015 年以来触底回升，发展提速。2013-2014 年，由于竞争加剧，公司主动降价抢份额，主要产品的价格和销量均出现明显下降，业绩连续下滑。2015 年以来，随着“宽带中国”战略推进，光通信行业再迎景气，促进公司业绩触底回升。2016 年，公司预计实现营收 3.18 亿元、归母净利润 6842 万元，同比增长 33.87% 和 55.73%，其中前三季度有源器件营收占比已经超过 11%。

公司积极加码高端光接收次模块，布局 MEMS 和光芯片，有源器件有望放量。目前，公司已进入光有源器件领域，完成 40G 光接收次模块的开发和批量销售，本次募投资金将完成“年产 24 万路高性能光接收次模块生产线技改项目”。预计 2017 年 100G ROSA 将可以量产，有源器件有望放量，成为公司新的利润增长点。

盈利预测与评级：公司作为全球规模最大的 PLC 集成光器件生产商之一，DWDM 器件有望保持高增长，加码 40G/100G 光接收次模块，具有成长性。我们预测公司 2016-2018 年的净利润分别为 0.68 亿元、0.94 亿元、1.21 亿元，对应 EPS 为 0.84、1.13、1.46 元，对应 PE 为 90 倍、65 倍、51 倍，给予“增持”评级。

6.4 天孚通信：光组件专家，加码高速器件，扬帆起航

天孚通信主营业务为光组件、光无源器件及部分光有源器件，包括陶瓷套管、光纤适配器、光收发接口组件、OSA 器件等。目前，公司已经形成以制造陶瓷套管、光收发接口组件、光纤适配器的江西生产基地和以 OSA 器件、带隔离器收发组件、BARRELLENS、MPO/MTP 研发制造的苏州研发总部的两翼发展格局。

公司专注于光器件上游产品，份额全球领先。公司的定位是做技术领先、品质一流的光器件上游产品供应商，注重精密加工制造，不盲目地向光芯片和光模块产业链扩张。目前，公司的光收发接口组件、陶瓷套管、光纤适配器的市场份额已经做到全球第一，其中组件类产品市场占有率已经达到 20% 以上。

积极拓展新产品线，产能逐步释放，预计 2017 年开始盈利。公司利用 IPO 募集资金基本完成了苏州研发总部的四条生产线组建，包括一是 OSA 产品线；二是与日本住友合作，生产带隔离器收发组件；三是 LENS ARRAY 生产线；四是 MPO/MTP 产品线。目前，OSA 器件已经量产，BARREL LENS、MPO/MTP 和带隔离器收发组件均已进入或完成认证，预计 2017 年产能将得到释放，有望成为公司新的利润增长点。

定增投向高速光器件，顺应潮流、走向高端。近期，公司拟定增 7.18 亿元投向高速光器件，包括但不限于 40G/100G OSA 等多个项目。项目达产后，预计将可以新增年产能 3060 万个高速光器件的生产能力，预计新增年收入和净利润将达到 8.34 亿和 1.50 亿。我们认为，公司目前产品以 10G 为主，定增项目将有助于公司切入高端，从 10G 走向 40G、100G，有望结合公司目前的光组件业务优势，受益流量爆发，获得较快增长。

盈利预测与评级：公司作为全球领先的光组件供应商，注重精密加工制造，市场份额全球领先，同时积极拓展新产品，加码高速 OSA 光器件，具有成长性。我们预测公司 2016-2018 年的净利润分别为 1.21 亿元、1.60 亿元、2.25 亿元，对应 EPS 为 0.65、0.86、1.2 元，对应 PE 为 48 倍、37 倍、26 倍，给予“买入”评级。

6.5 新易盛：光模块行业新锐，全产业链布局值得期待

公司自成立以来一直专注于光模块的研发与制造，主要产品为点对点光模块和点对多点 PON 光模块。

4.25G 以上光模块占比稳步提升。2016H1，公司点对点光模块、PON 模块分别实现营收 2.68 亿元、0.45 亿元，同比增长率均超过 12%，占总营收的比重分别为 79.04%、13.30%。4.25G 以上的点对点光模块占比 50.45%，较 2015 年底提升 4.24 个百分点。其中，10G 产品占比总营收的比例约为 35%，40G/100G 约为 4%。

垂直整合，扩大产能，提升综合竞争力。公司致力于打造光模块全链条生产线，围绕主业实施垂直整合，实现光芯片制造、光芯片封装、光器件封装、光模块制造全覆盖，提升竞争力。目前，公司在光器件封装环节已取得突破并上量，或通过收购方式整合光芯片制造环节。此外，公司的光模块产能有望在 2017 年获得释放。公司 IPO 募资 3.65 亿元，投资“光模块生产线建设”、“研发中心建设”等项目，募投项目达产后，公司光模块产能将由目前的 413 万支/年增加到 643 万支/年，缓解产能瓶颈，预计产能释放大约在 2017 年下半年。

盈利预测与评级：公司作为光模块新锐厂商，高速光模块占比稳步提升，全产业链布局值得期待。考虑到 2017 年国内 10G PON 可能规模部署，公司有望明显受益。我们预测公司 2016-2018 年的净利润分别为 1.05、1.47、1.91 亿元，对应 EPS 为 1.42、1.88、2.44 元，对应 PE 为 75 倍、54 倍、41 倍，给予“买入”评级。

七、风险提示

光通信景气度下降；电信运营商资本开支大幅下滑；数据中心建设放缓；竞争加剧；国产芯片不达预期。



分析师介绍

武超则：通信行业首席分析师，TMT 行业组长。专注于移动互联网、在线教育、云计算等通信服务领域研究。2013-2016 年《新财富》连续四年最佳分析师通信行业第一名。2014-2016 年《水晶球》最佳分析师通信行业第一名、wind 最佳分析第一名；2015 年《金牛奖》最佳分析师通信行业第一名。

于海宁：通信行业分析师，北邮通信硕士，5 年从业经验，专注于移动通信、车联网、北斗导航与位置服务、国防信息化、移动支付、国企改革等研究。2013-2016 年四届《新财富》最佳分析师通信行业第一名团队核心成员。

研究服务

社保基金销售经理

彭砚苹 010-85130892 pengyanping@csc.com.cn

姜东亚 010-85156405 jiangdongya@csc.com.cn

机构销售负责人

赵海兰 010-85130909 zhaohailan@csc.com.cn

北京地区销售经理

张博 010-85130905 zhangbo@csc.com.cn

黄玮 010-85130318 huangwei@csc.com.cn

李祉瑶 010-85130464 lizhiyao@csc.com.cn

朱燕 010-85156403 zhuyan@csc.com.cn

李静 010-85130595 lijing@csc.com.cn

赵倩 010-85159313 zhaoqian@csc.com.cn

黄杉 010-85156350 huangshan@csc.com.cn

任师蕙 010-85159274 renshihui@csc.com.cn

王健 010-65608249 wangjianyf@csc.com.cn

周瑞 18611606170 zhourui@csc.com.cn

刘凯 010-86451013 liukaizgs@csc.com.cn

上海地区销售经理

陈诗泓 021-68821600 chenshihong@csc.com.cn

邓欣 021-68821600 dengxin@csc.com.cn

黄方禅 021-68821615 huangfangchan@csc.com.cn

戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn

李岚 021-68821618 lilan@csc.com.cn

肖垚 021-68821631 xiaoyao@csc.com.cn

吉佳 021-68821600 jijia@csc.com.cn

朱丽 021-68821600 zhuli@csc.com.cn

杨晶 021-68821600 yangjingzgs@csc.com.cn

谈祺阳 021-68821600 tanqiyang@csc.com.cn

深广地区销售经理

胡倩 0755-23953859 huqian@csc.com.cn

张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiaomiao@csc.com.cn

许舒枫 0755-23953843 xushufeng@csc.com.cn

王留阳 0755-22663051 wangliuyang@csc.com.cn

廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn

券商私募销售经理

任威 010-85130923 renwei@csc.com.cn



评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来 6 个月内相对超出市场表现 15% 以上；

增持：未来 6 个月内相对超出市场表现 5—15%；

中性：未来 6 个月内相对市场表现在-5—5%之间；

减持：未来 6 个月内相对弱于市场表现 5—15%；

卖出：未来 6 个月内相对弱于市场表现 15% 以上。

重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证本报告所包含的信息或建议在本报告发出后不会发生任何变更，且本报告中的资料、意见和预测均仅反映本报告发布时的资料、意见和预测，可能在随后会作出调整。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成投资者在投资、法律、会计或税务等方面的最终操作建议。本公司不就报告中的内容对投资者作出的最终操作建议做任何担保，没有任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，据本报告做出的任何决策与本公司和本报告作者无关。

在法律允许的情况下，本公司及其关联机构可能会持有本报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或类似的金融服务。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布本报告。任何机构和个人如引用、刊发本报告，须同时注明出处为中信建投证券研究发展部，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和/或修改。

本公司具备证券投资咨询业务资格，且本文作者为在中国证券业协会登记注册的证券分析师，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了作者的研究观点。本文作者不曾也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

股市有风险，入市需谨慎。

地址

北京 中信建投证券研究发展部

中国 北京 100010

东城区朝内大街 2 号凯恒中心 B 座 12 层

电话：(8610) 8513-0588

传真：(8610) 6518-0322

上海 中信建投证券研究发展部

中国 上海 200120

浦东新区浦东南路 528 号上海证券大厦北塔 22 楼 2201 室

电话：(8621) 6882-1612

传真：(8621) 6882-1622