紫光国微 VS 复旦微：FPGA 芯片，可编程门阵列产业链深度梳理

对半导体产业链，我们之前做过不少研究，比如芯片代工、人工智能芯片、模拟芯片、功率半导体、半导体设备、半导体材料等。

今天，我们继续沿着其中的细分领域做梳理：数字芯片领域的"万能芯片"——FPGA（Field Programmable Gate Array，可编程门阵列）

它，可以通过编程，组合成任意数字电路，可应用到通信、人工智能、手机、航空等各个领域。近期，这个特殊的芯片行业，发生了一起世纪并购。

2020 年 10 月，AMD 以 350 亿美元的高价收购 FPGA 芯片龙头赛灵思 Xilinx，而这个行业老二 Altera，早在 2015 年就被英特尔纳入囊下。FPGA 这条产业链，从上中下游，依次为：

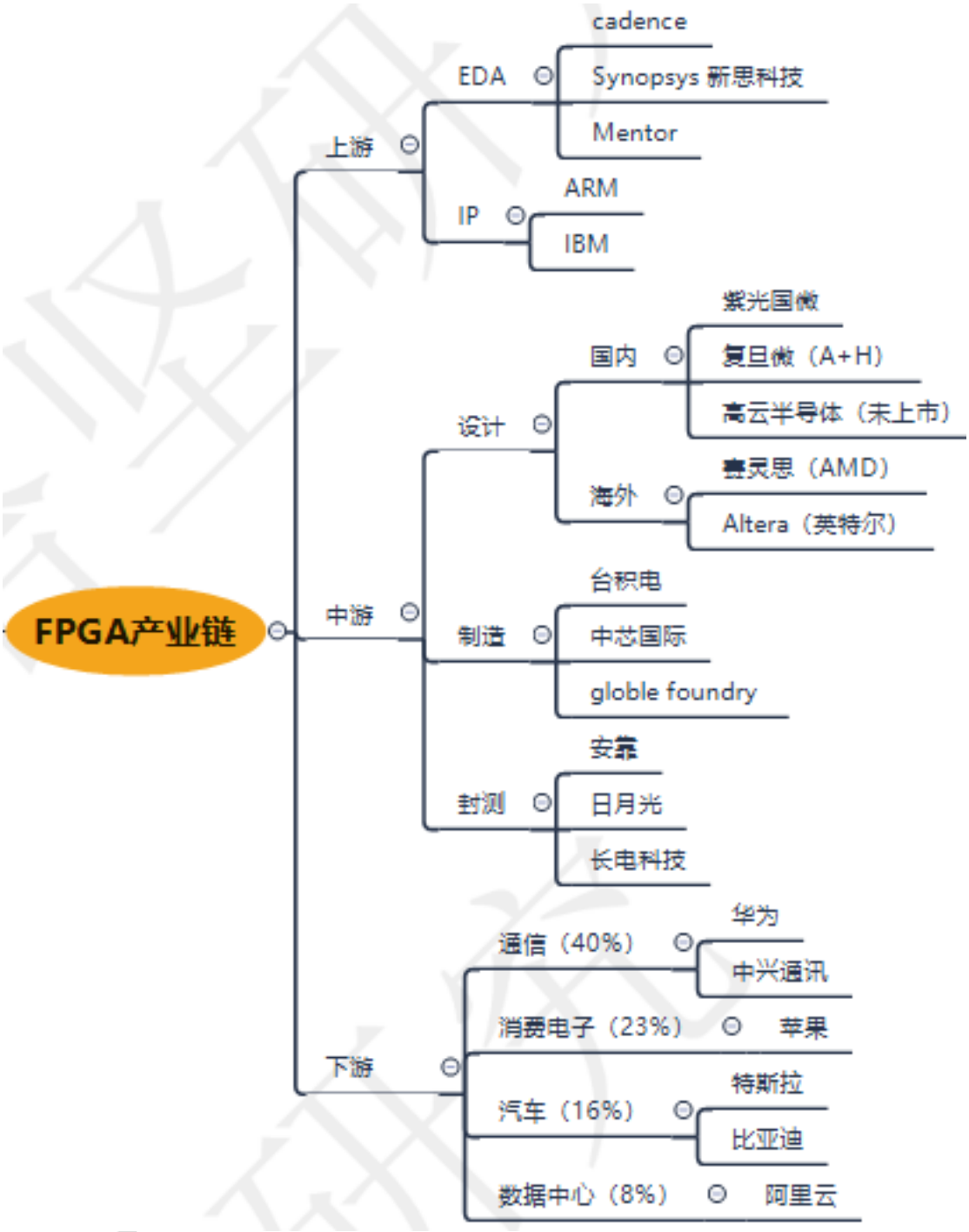
上游——包括 IP 授权商、EDA 工具供应商、晶圆代工厂，三大核心节点。EDA 供应商有 Cadence、Synopsys 及 Mentor Graphics，IP 外部授权厂商有 ARM（也可内部开发）、晶圆代工厂主要与台积电、中芯国际合作。（EDA 厂商新思科技、台积电、中芯我们都做过研究，收录在科技版报告库中）

搜狐研究

中游——FPGA 芯片设计厂，两大头部 FPGA 厂商分别是 Xilinx（赛灵思）和 Altera，国内厂商有紫光同创、复旦微。（对赛灵思 Xilinx，去年我们也做过深入研究，见科技版报告库。）

下游——FPGA 应用场景主要包括通信（40%）、消费电子（23%）、汽车（16%）、数据中心（8%）和工业（13%）。代表企业有：中兴通讯、特斯拉等。

塔坚研究



图：产业链结构

来源：塔坚研究

看到这里，对于这条产业链，我们需要深入思考以下几个问题：

1）FPGA 芯片这个领域有什么特点，其未来的增长驱动力看什么？

2）这个赛道的竞争格局如何？国内几大玩家中，谁更有可能实现国产替代？

3）海外两大 FPGA 两大龙头，赛灵思和 Altera，究竟为何双双被收购？

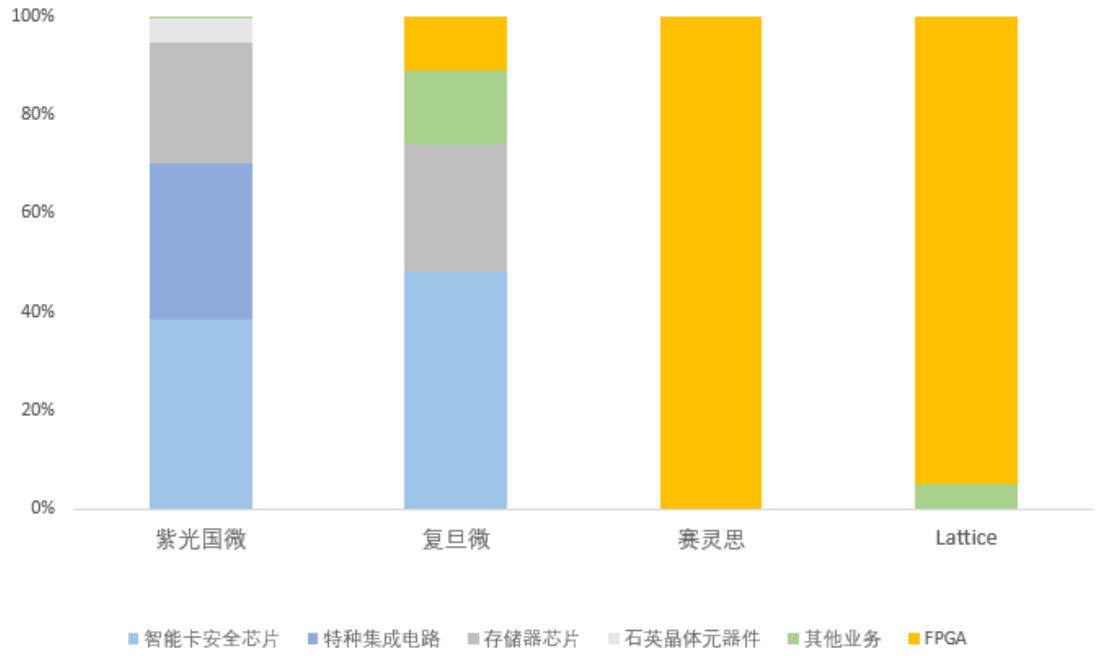
（壹）

国内 FPGA 厂商，主要有 7 家：紫光同创、上海复旦微、国微电子、安路科技、智多晶、高云半导体、京微齐力。

目前，这个市场，资本市场有两家：紫光国微（100%控股国微电子、36.5%持股紫光同创），以及复旦微（科创板申报中，H 股已上市，名为上海复旦）。美股还有两家，赛灵思（美股，被 AMD 收购）、Lattice(莱迪思)。

首先，从收入结构来看，FPGA 占比：赛灵思 > Lattice > 复旦微 > 紫光国微。

投资研究



图：收入结构

来源：塔坚研究

其中：

赛灵思（美股）——100%收入来自于 FPGA，按终端应用划分，通信占 36%、工业航天 28%、数据中心 20%、消费电子 15%。

莱迪斯——95%收入来自于 FPGA，按终端应用划分，通信占 38%、汽车及工业占 37%、消费电子占 19%。

上海复旦（.HK）——10.96%收入来自 FPGA 及其他芯片（还包括 Soc 等），48%来自智能卡芯片，25.68%来自存储芯片，

紫光国微——31%收入来自特种集成电路，包括 FPGA（具体占比未披露）。体外公司紫光同创 (持股 36.5%) 主营 FPGA 芯片，2019 年 FPGA 收入 1.02 亿元，假如并表，占紫光国微收入比重仅 3%。

由于部分港市公司不披露季报数据，接下来，我们从 2020 年中报数据，分别对比一下几大龙头的增长情况：

	营业收入[报告期]2020中报	营业收入(同比增长率)	净利润[报告期]2020中报	归属母公司股东的净利润(同比增长率)	销售毛利率	销售净利率
紫光国微	14.64	-6.22	4.02	108.47	54.67	27.71
上海复旦	7.12	11.44	0.69	161.96	45.84	9.57
赛灵思(XILINX)	14.93	-11.28	2.88	-38.60	69.35	19.26
Lattice	1.98	-1.24	0.19	17.72	59.69	9.50

图：中报数据

来源：塔坚研究

根据中报数据，收入方面，实现正增长的只有上海复旦，其余几家公司仍处于负增长。

赛灵思——受华为影响，部分订单提前，导致后续业绩承压，2020 年上半年收入 14.93 亿元，同比下滑 11.28%，净利润同比下滑 25.16%，华为订单占赛灵思全年收入 8%左右。

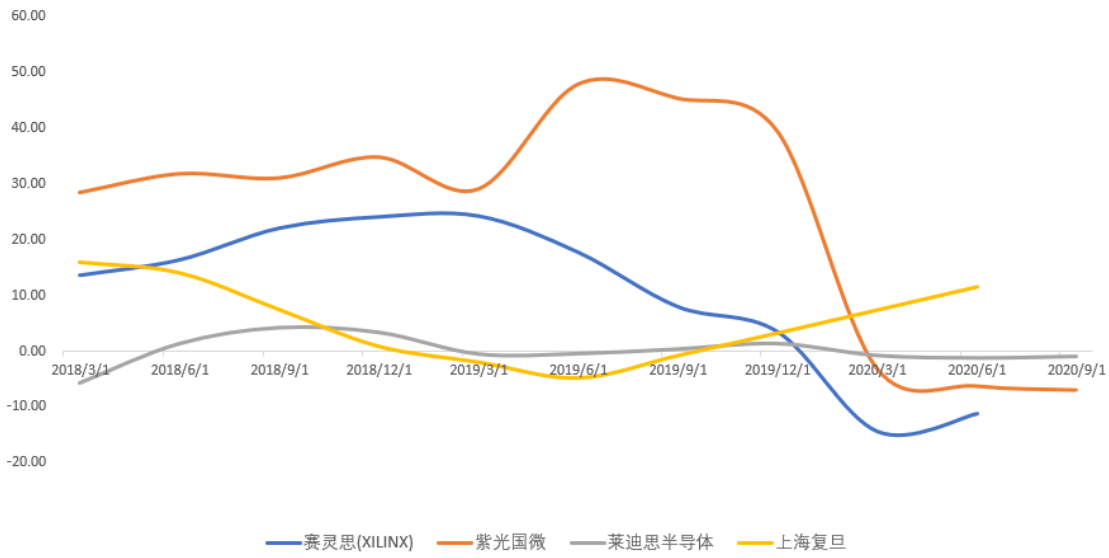
莱迪斯——其有 70%以上营收是来自亚洲市场，华为和中兴为前两大核心客户，2019 年后增速均不高。

上海复旦——2020 年上半年，营业收入 7.12 亿元，同比增速 11.44%。智能 IC 卡等该业务受卫生事件影响较大，同比负增长 14.2%；NOR Flash、EEPROM 等存储器产品放量，同比增速分别达到 53.3%。

紫光国微——2020 年上半年，营业收入 14.6 亿元，同比-6.08%，净利润 4.01 亿元，同比增长 108.47%。由于存储业务出表，导致收入下滑，扣除存储业务影响，上半年收入，同比增长 23%，分业务看，智能卡业务和上海复旦情况类似，收入同比下滑 9.34%；特种芯片同比增长 61.74%。

综上，海外两家 FPGA 龙头的业绩增速，均受到国际事件的冲击；而国内厂商，FPGA 业务体量还非常小，各自业绩仍受主业影响较大。

复盘完三季报业绩，我们再复盘一下，近几个季度的收入增长情况。



图：2020 年三季报数据 （单位：人民币、%）

来源：塔坚研究

由于 FPGA 芯片占比差异较大，几家公司增速驱动力不同：

上海复旦——增长主要来自金融 IC 卡/一卡通业务、存储芯片两大业务，由于 2019 年智能卡竞争激烈、同业降价竞争激烈，加上存储芯片周期不景气原因，导致 2019 年增速较低。2020 年中报，存储芯片 Nor Flash 需求放量，拉动中期盈利上升。

紫光国微——其收入主要来自三大板块：金融 IC（紫光同芯）、军用特种芯片（国微电子）、存储芯片（2019 年剥离）三大业务，2020 年收入下降主要原因为合并报表范围发生变化，DRAM 存储业务今年已经不再纳入合并范围。

赛灵思——历史上增速有 20-30%，这是因为，2018 年-2019 年 1 季度，韩国、中国及北美进入 5G 基站准备期，大批采购 FPGA 芯片用于 5G 基站收发器。2019 年受到国际局势影响，华为提前 1 年备货，导致部分订单提前释放。

（贰）

看完增长后，我们再来看回报对比：

		2017年	2018年	2019年
ROE	紫光国微	8.01	9.17	9.69
	Lattice	-32.41	-10.18	13.27
	赛灵思(XILINX)	21.99	31.09	34.24
	上海复旦	13.12	5.53	-9.07
ROA	紫光国微	6.75	7.10	7.59
	Lattice	-7.26	-0.53	9.19
	赛灵思(XILINX)	16.26	20.01	17.75
	上海复旦	12.25	6.72	-5.73
ROIC	紫光国微	7.90	8.85	9.06
	Lattice	-12.56	-5.08	8.77
	赛灵思(XILINX)	12.80	21.86	20.70
	上海复旦	14.94	6.04	-8.59

图：回报数据　（单位：%）

来源：塔坚研究

		2017年	2018年	2019年
净利率	紫光国微	15.38	14.26	11.75
	莱迪思半导体	-18.28	-6.60	10.76
	赛灵思(XILINX)	20.18	29.09	25.07
	上海复旦	15.85	9.07	-10.11
总资产周转率	紫光国微	0.37	0.45	0.54
	莱迪思半导体	0.55	0.63	0.65
	赛灵思(XILINX)	0.52	0.60	0.64
	上海复旦	0.72	0.60	0.59
权益乘数	紫光国微	1.47	1.51	1.62
	莱迪思半导体	2.92	2.41	1.87
	赛灵思(XILINX)	2.17	1.80	2.03
	上海复旦	1.25	1.21	1.27

图：杜邦因素拆分 （单位：%、次）

来源：塔坚研究

回报层面，赛灵思远高于 Lattice、上海复旦、紫光国微，通过杜邦拆解，可以发现，导致其差异的主要是净利率。

赛灵思的净利率有 20%，复旦微和莱迪斯历史上亏损时间较多，紫光旗下专注 FPGA 的紫国同创，同样处于亏损中。这是因为，在 FPGA 芯片领域，高端市场吃掉了这个行业的绝大部分利润：

高端 FPGA 芯片——逻辑门密度达到亿门级，企业毛利率高达 70%，以赛灵思、英特尔收购的 Altera 高端产品系列为代表。

中端 FPGA 芯片——逻辑门密度达千万门级，企业毛利率接近 50%，以全球排名第三的 lattice 为例。

中低端 FPGA 芯片——逻辑门密度约百万门级，毛利率 20%左右，以即将科创板上市的复旦微为例。

	高端FPGA	中高端FPGA	中低端FPGA
逻辑门	亿门级	千万门级	百万门级
应用场景	云计算、数据中心、加速器、海量宽带网络	ADAS、辅助驾驶系统、军事雷达	消费电子、工业控制、通信
毛利率	70%	50%	20%
供应商	赛灵思、英特尔	赛灵思、英特尔、Lattice	复旦微等

图：杜邦因素拆分 （单位：%、次）

来源：塔坚研究

整体来看 FPGA 企业的利润表结构，其每年固定需要烧 20%-30%的研发投入，考虑到此外还有 10-20%左右的管理、销售费用，因此，毛利率 50%基本上是这个行业盈亏平衡的基础线。

而只有高端 FPGA 可以达到这条线，因此，如果产品仅局限在低端应用上的话，很难保证企业盈利。这种烧钱的情况下，必须有其他业务作为现金流来源。因而，紫光国微、上海复旦（.HK）的多业务并行，也就能够理解。

		2017年	2018年	2019年
研发支出占收入比重	紫光国微	27%	20%	17%
	莱迪思半导体	27%	21%	19%
	赛灵思(XILINX)	25%	24%	27%
	上海复旦	27%	38%	30%

图：研发支出比例 （单位：%、次）

来源：塔坚研究

看完了回报后，我们需要明确一个逻辑，FPGA 芯片全行业来看，往高端进发一定是长期趋势，守在中低端领域，长期的盈利能力存在很大疑问。那么，行业整体的增长大致有多少？

（叁）

市场上，提供算力的数字芯片，除了 CPU 和 GPU 通用芯片外，还有两种专用芯片，分别是 ASIC 和 FPGA。

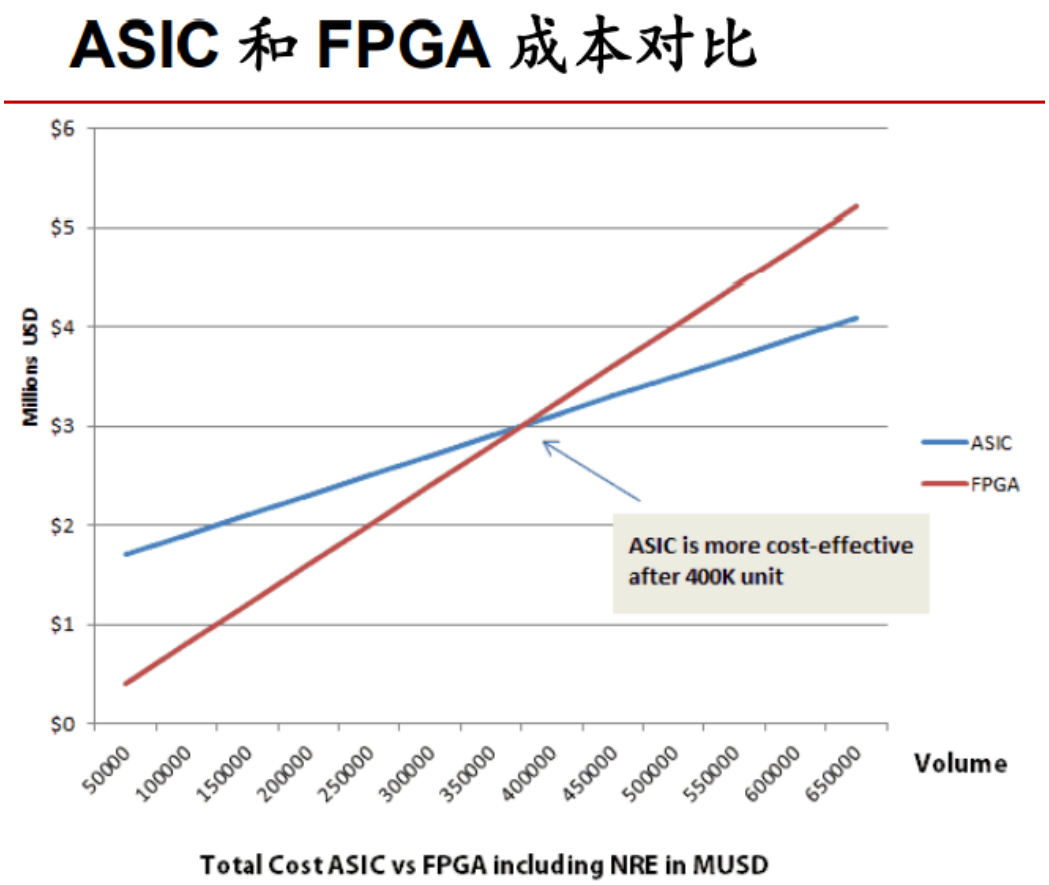
二者都是为了某种特定的场景需求专门定制的芯片，我们在对赛灵思的研究中（详见科技版报告库），曾做过举例：

ASIC 类似于一张出厂时，就刻录好了歌曲唱片，用户只要把它放到唱片机里，就可以只能听特定的几首音乐。而 FPGA，类似于一张空白唱片，用户可以自行将想听的音乐内容，烧录到空白唱片里，并且可以擦除和再刻录。

因此，FPGA 和 ASIC 二者存在相互替代的逻辑。但这样的替代，并不是性能孰优孰劣造成的。而是其产品特性造成。FPGA 的性能有两大特点：

一、不用流片，产品推出快。

ASIC 相比 FPGA 而言单片成本低，但需要支付高达百万的一次性流片费用，因此，当芯片流片量小于 10 万片“临界点”时，FPGA 比 ASIC 具有成本优势。 根据 Anysilicon 测试，当芯片流片量＜10 万片时，FPGA 性价比更高；当芯片流片量＞10 万片时，ASIC 成本低于 FPGA。也就是说，小批量时，FPGA 占优势；大规模出货时，ASIC 占优势。



资料来源：Anysilicon ，川财证券研究所

二、更灵活，后期可修改。

FPGA 是可以先购买、再设计的“空白”芯片，客户可以根据自己的需求，将其变成“图像处理芯片”、“百度搜索加速卡”等。 **依托其特殊的高灵活度、上市快的特性，其主要应用领域有三种场合：**



图：FPGA 的应用场景　来源：财富证券

1）新应用、抢首发领域——5G 基站、智能手机、消费电子，三大领域技术迭代快、上市周期较快的领域。

2）小批量领域：在使用量低于 10 万片的小批量专用领域（如雷达、航天飞机这些高价值、批量相对较小等国防安全专用设备）。

3）数据中心服务器——数据中心是租给不同的客户使用的，应用场景非常碎片化。比如有的客户设备上需要图形处理器，有的客户需要搜索加速卡，FPGA 的高灵活度可以保持数据中心的同构性，并且租户更

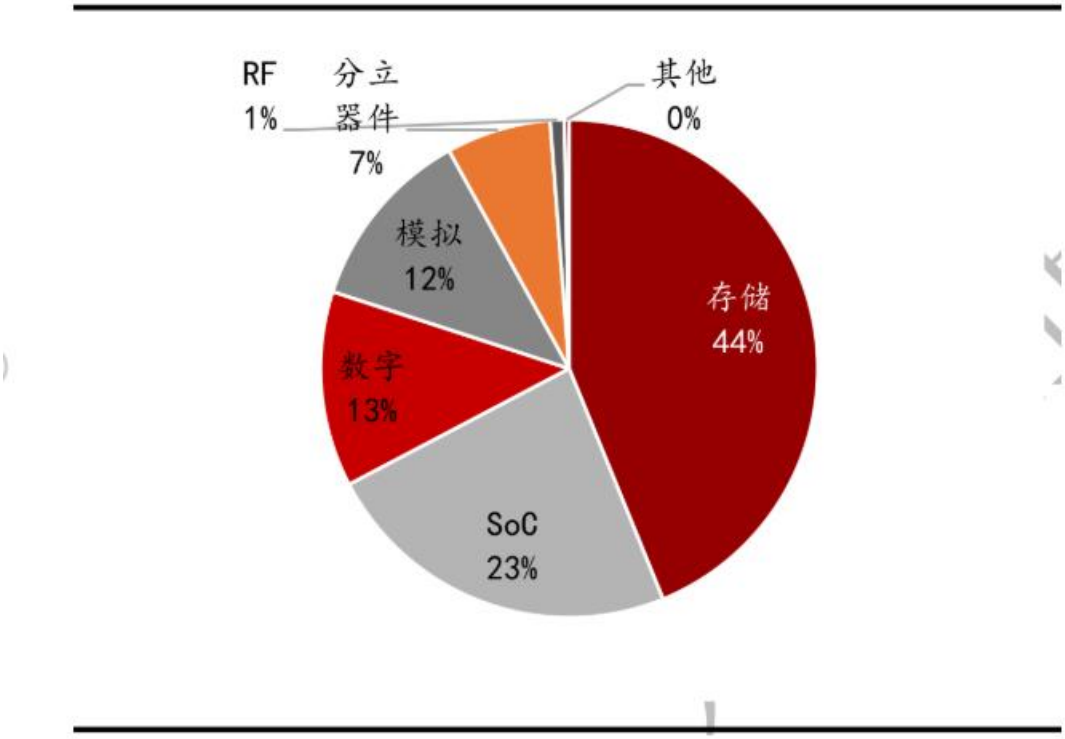
换后仍能使用。 其中，FPGA 下游规模较大的分支就是通信设备，占下游市场的 40%。在 5G 建设初期，基站数量不多，各类通信标准不断更新，与之相适应的就是通信设备需要不断的升级。FPGA 可更改、易升级的特点，使其大量被用于基站天线的收发器中。

但 FPGA 使用成本太高，工程师一般先使用 FPGA 用于开发验证，以便日后转向 ASIC 进行大规模生产。比如，由于成本及其他因素，2019 年后，华为和诺基亚均开始使用 ASIC 来替代 FPGA 开发 5G 芯片组。

诺基亚执行官拉杰夫·苏里(Rajeev Suri)说，FPGA 给你了灵活性，给你了时间到市场优势，但随后他们是昂贵的”。[1]

整体来看， FPGA 芯片的特性，造成其注定是一个小而美的赛道。2018 年全球 FPGA 市场规模约 63 亿美元，仅占集成电路市场约 1.34%。根据 Gartner 预测，到 2025 年，FPGA 市场规模将逐渐上升至 125.21 亿美元，年均复合增速约为 11%。

增长研究

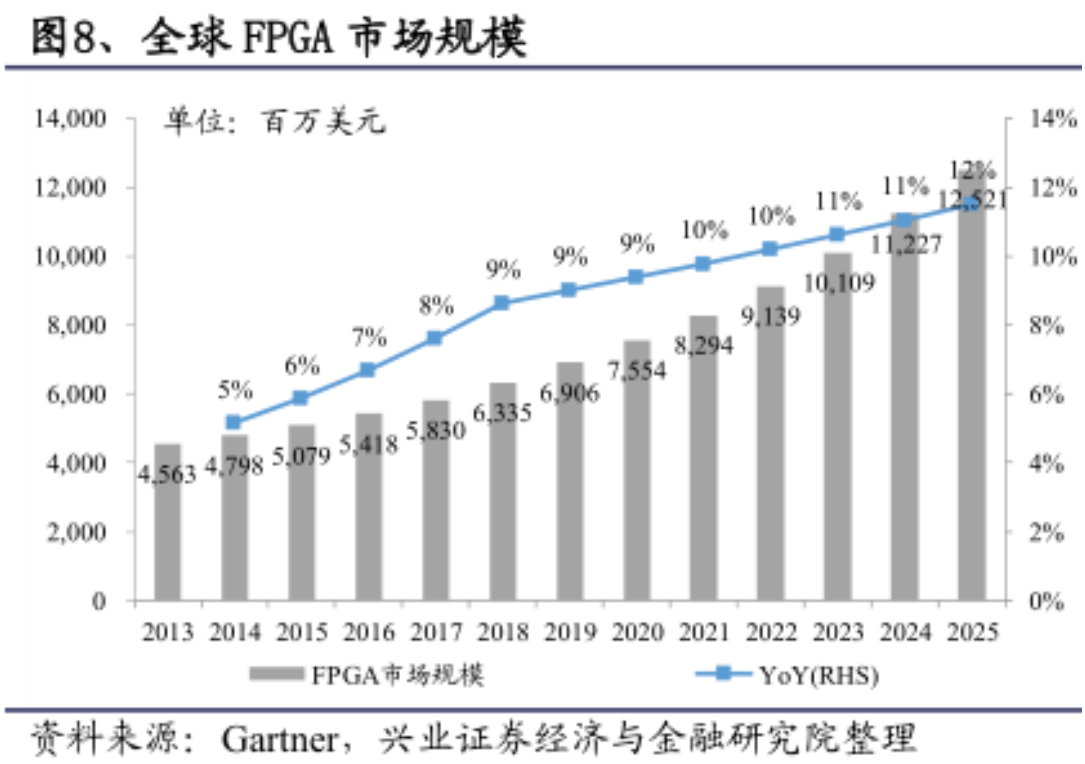


来源：Gartner,赛迪顾问,万联证券研究所

芯片细分赛道市场空间

图片来源：Gartner、赛迪顾问、万联证券

FPGA 细分下游来看，5G 通信、消费电子应用领域全球增速略低，分别为 8%、10%。在数据中心、智能驾驶领域的需求将会大幅度提升。根据 Semico Research 的数据，AI 领域 FPGA 市场规模 2023 年有望达 52 亿美元，年复合增速超过 39%。



图：全球 FPGA 市场规模预测来源：Gartner，兴业证券

赛灵思管理层在 2018 年提出了“数据中心优先”战略，因此，基于此可判断，AI 数据中心将大概率未来几年的主要增长点。

那么，FPAG 企业，如何在 AI 数据中心这个赛道中获得领先？这个赛道中，面临的首要问题是技术路径之争，还有英特尔、AMD、英伟达（ARM）等众多巨头林立，FPGA 作为一个细分技术路线，如何和通用芯片巨头进行竞争？

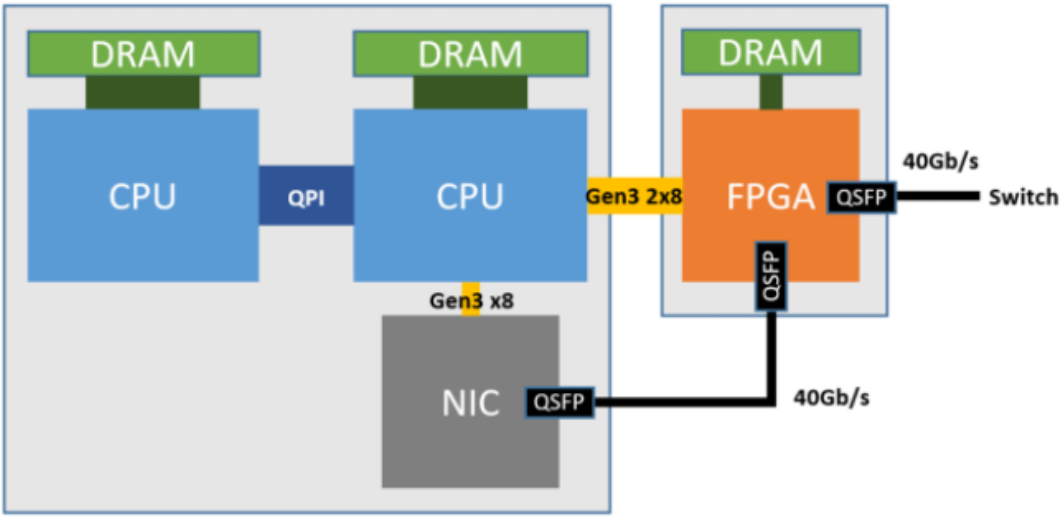
（肆）

答案：与其他巨头联合。

2015 年，英特尔以 167 亿美元收购 Altera，其预计到 2020 年，30%以

上的服务器 CPU 芯片将配备一个 FPGA 加速器。 2020 年，AMD 出手，以 350 亿美元收购了 Xilinx。 排名前二的 FGPA 芯片厂商，均被全球 CPU 龙头收购。这不是巧合，而是为了： **CPU+FPGA，形成的 SoC 方案**（可以类比智能手机和汽车领域的模组）。

FPGA 和 CPU 各有所长，CPU 长于控制，FPGA 则擅长运算。因此，很早就有人想到了在 FPGA 开发里引入 CPU 来进行逻辑控制，以弥补 FPGA 的缺陷。 Altera 提出了 SOPC（System On a Programmable Chip，可编程片上系统）技术，这种技术使用 FPGA 的逻辑和资源搭建一个软核 CPU 系统。 英特尔收购 Alera 后，制定了英特尔处理器与 FPGA 集成的产品路线图，其“每台服务器一块 FPGA”大规模部署所采用的架构，在某些应用中，可缩减 50%甚至 80%的功耗。



图：Azure 服务器部署 FPGA 的架构 来源：头豹研究院

此后，赛灵思也意识到，可以让 FPGA 给 CPU 做外设，直接在 FPGA 集成 ARM 的 Cortex-A 系列处理器。FPGA 专门用于计算，除此之外的所有

事，都交给 Cortex-A 系列处理器来完成。

根据测试，该方案在处理高难度工作负载时，性能是 GPU（特斯拉 V100）的 4.6 倍-7.7 倍。 我们可以看到，在赛灵思的产品列表中，纯 FPGA 芯片推出的频率越来越少，而 CPU+FPGA 则不断增长。

Versal	FPGA+CPU	September 2019
Alveo		October 2018
Zynq UltraScale+ RFSoCs	FPGA+CPU	February 2017
Spartan-7		September 2016
Virtex UltraScale+		January 2016
Kintex UltraScale+		December 2015
Zynq UltraScale+	FPGA+CPU	September 2015
Virtex UltraScale		May 2014
Kintex UltraScale		November 2013
Zynq-7000		March 2011
Virtex-7		June 2010
Kintex-7		June 2010
Artix-7		June 2010
Virtex-6		February 2009
Spartan-6		February 2009

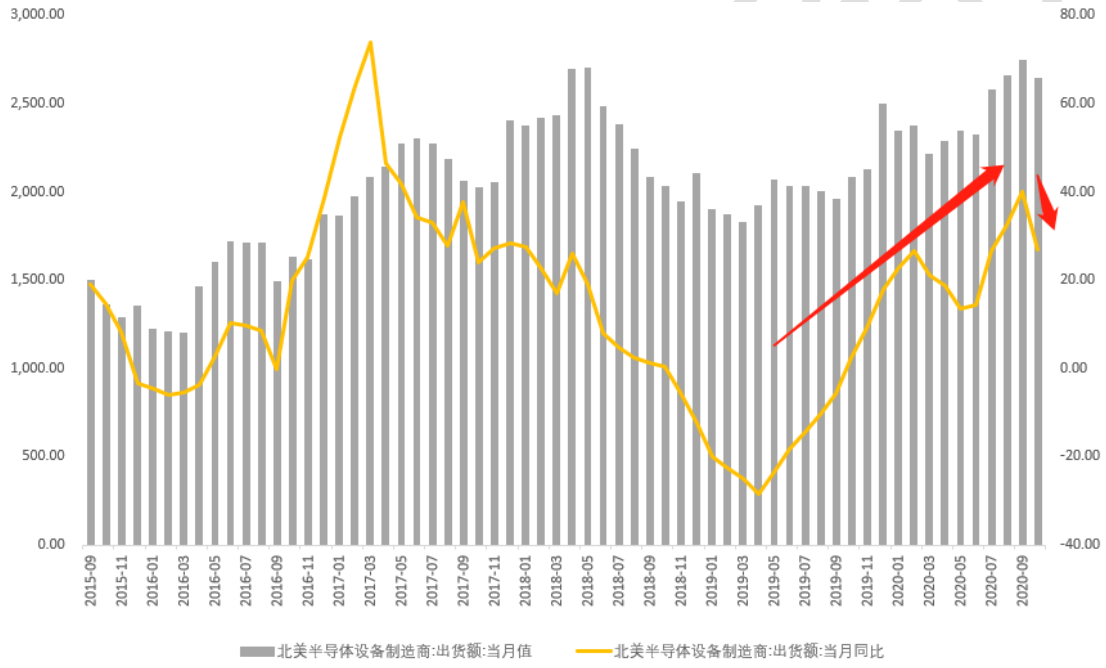
图：赛灵思产品系列 来源：赛灵思年报

总的来说，纯 FPGA 芯片走向边缘已经非常清晰，未来会融合嵌入到“混合架构”环境中，与 CPU 合作是大势所趋。因而，未来将是两大“CPU+FPGA”集成巨头的竞争。

从某种程度上来说，CPU 厂商之所以必须花大代价收购 FPGA，很大程度上也是考虑到人工智能时代，如何和强大的英伟达 GPU 抗衡。 综上总结一下，在 FPGA 行业，得 AI 数据中心者天下，而当前行业内突围的技术路径，是与 CPU 融合，因此，得 CPU 融合方案者得天下。

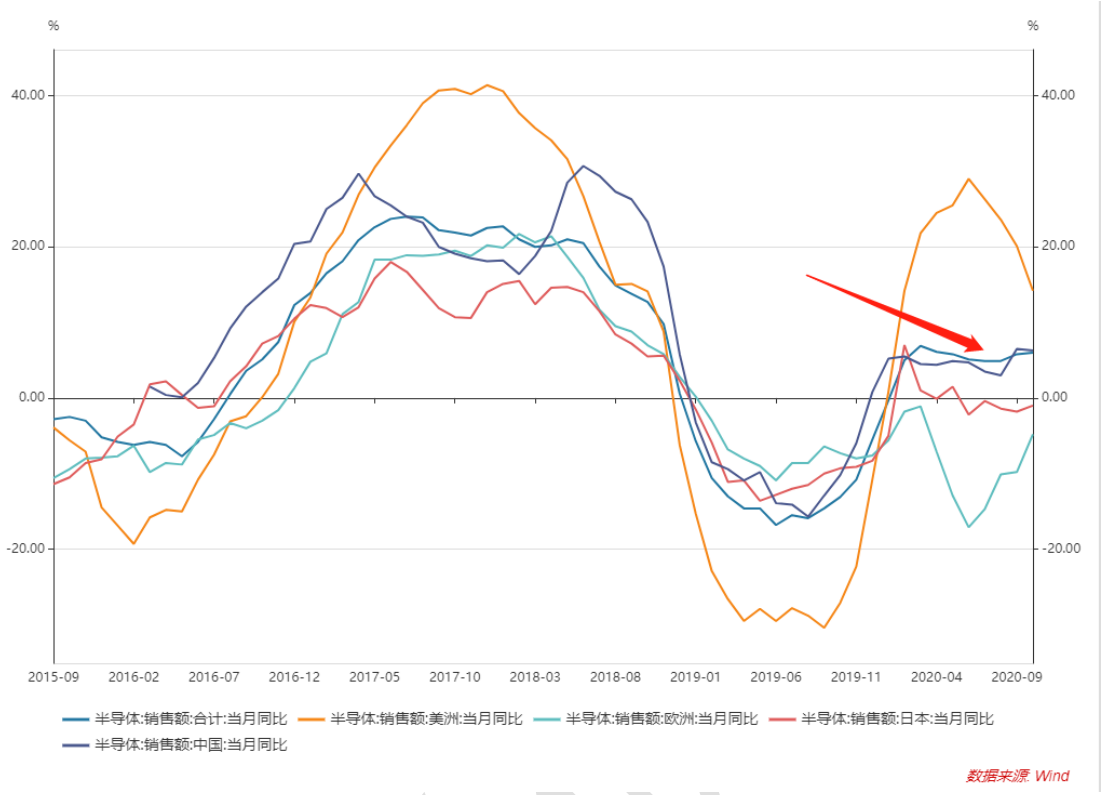
（伍）

增长逻辑明确后，我们来看行业的景气度情况。结合近期的行业数据来看，目前全行业仍处于高景气度区间，其中： **1)半导体设备出货量（频率：月度）** 2020 年 10 月，北美半导体设备出货额 26.4 亿美元，同比增速达到 26.7%，单月销售额达到 2018 年 5 月份国际事件前的景气度水平。可见，整个半导体行业产业投资非常积极。



图：北美 SEMI 半导体制造商出货额 来源：WIND

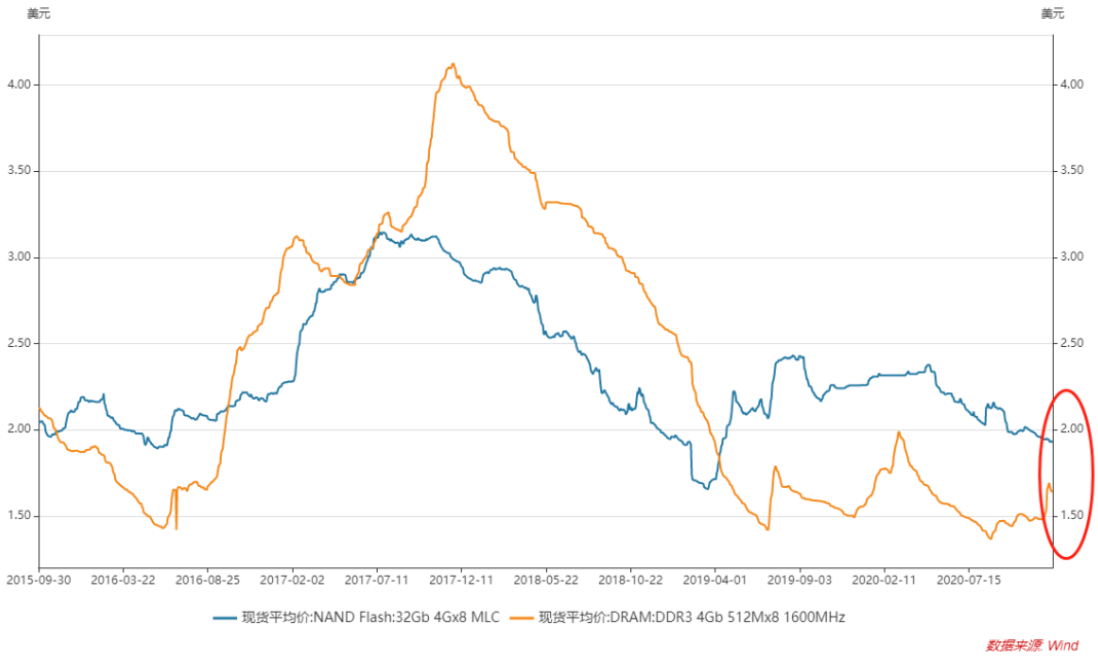
2）全球半导体销售额（频率：月度） 2020 年 10 月，全球半导体销售额当月同比增长 6%，其中中国同比增长 6.3%，美洲同比增长 14.2%，日本同比下降 1%、欧洲同比下降 4.8%。从趋势来看，美国景气度较高，但还是回调，中国景气度与全球平均水平接近，增速有上升趋势。



图：全球半导体销售额同比增速 来源：WIND

3）DRAM、NAND 价格（频率：日度） 从存储芯片价格来看，DRAM 11 月份开始涨价，从 1.48 美元/片涨到 1.6 美元/片，价格有回调的趋势，NAND 价格仍处在历史较低水平。 整体来看，存储芯片景气度仍较低，DRAM 主要用于消费电子和服务器，服务器前两个季度基本在去库存。根据广发证券预测，去库化预计到 2021 年 Q1 结束。同时，三星、海力士与美光三大存储厂并无主动扩充产能意愿，预计未来 DRAM 仍有涨价趋势。

NAND 方面，预计 20201 年长江存储产能会逐渐释放，其 64 层 3D NAND 产能利用率或已达 70%以上，因此，供给端竞争会加剧，预计 NAND 价格上涨的概率不大。

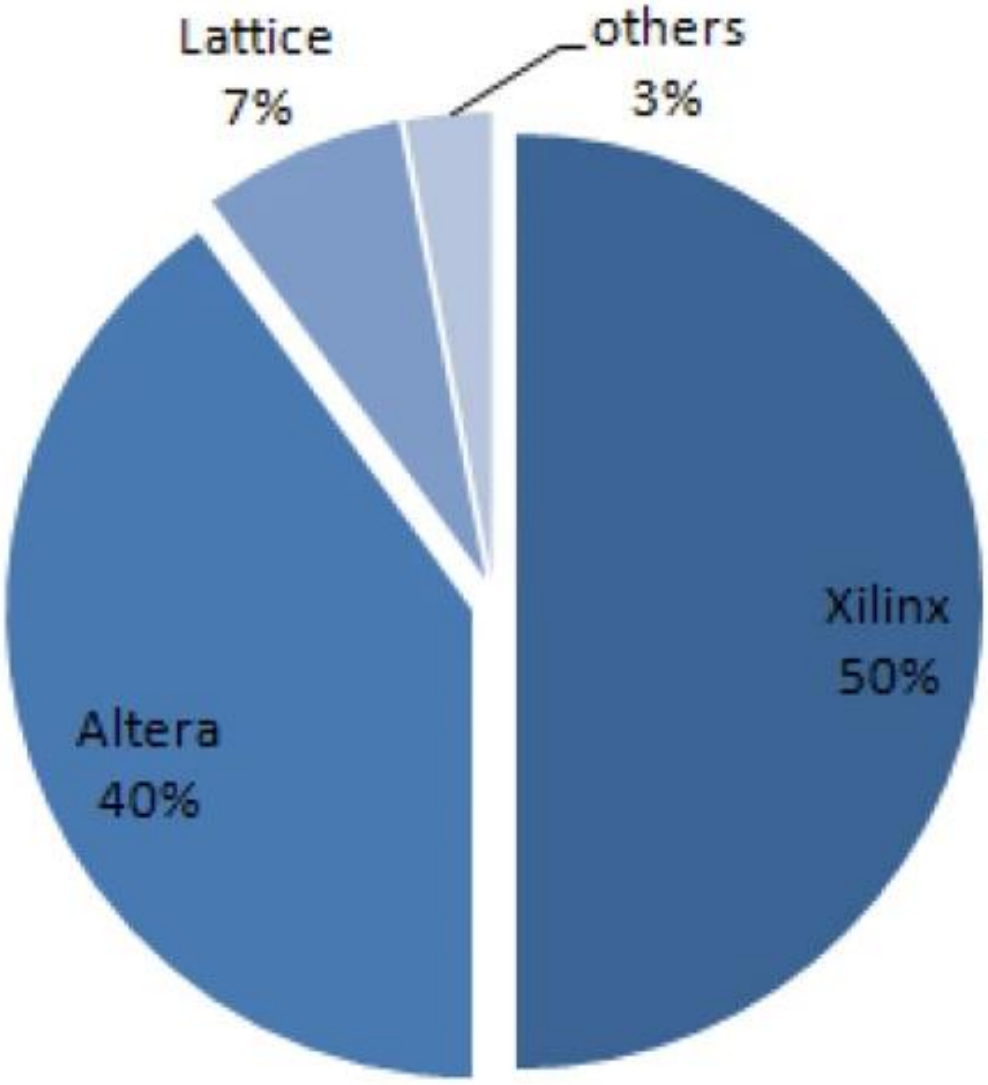


图：DRAM/NAND 价格 来源：WIND

分析完后，我们可以发现，当前，半导体行业仍然处于相对景气的区间。接着，我们来看行业内部的竞争情况。

（陆）

FPGA 市场，历史上格局非常稳定。龙头赛灵思（市占率约为 50%）与 Altera（市占率约为 28%）占据大多数市场，国产厂商占比仅 4%，国产化率极低产 。目前，尚未有新闻披露赛灵思等海外厂商是否拿到给华为供货的许可，因而国产替代逻辑仍然较强。



图：全球 FPGA 市场竞争格局 来源：国信证券

考虑到国内外 FPGA 技术差异较大，同时，国内厂商一般也不披露芯片软件性能。因此，对比时，我们将海外和国产分开看：

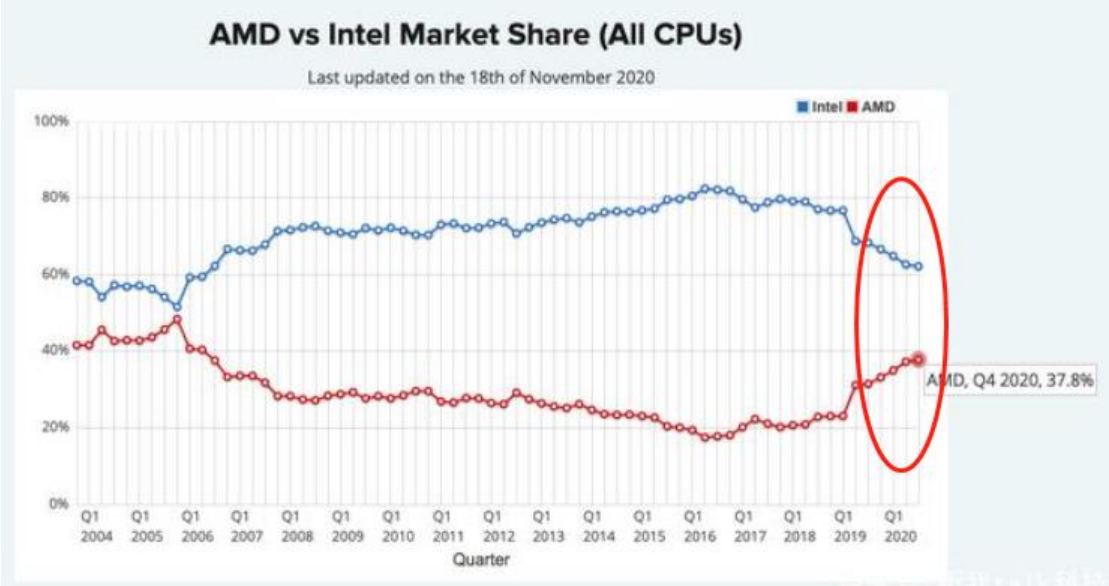
海外先进厂商，对比的是尖端领域的技术参数，与 CPU 厂商的融合情况；国产厂商，比的是技术和产业化进度。 **高端厂商，赛灵思 VS Altera VS 莱迪斯，我们对比其与 CPU 厂家的配合方面，主要看上下**

游绑定，以及推出融合方案的性能。 1、绑定 CPU 厂商方面，来看：

Altera——绑定英特尔，作为传统 IDM 模式下的 CPU 巨头，掌握着产能+技术双重优势。不过，竞争格局在 2019 年开始发生变化，AMD 发布的 Zen 2 架构在性能上实现对英特尔的赶超，并凭借高性价比的策略，市占率的差距从 50%缩小到 20%以内。

赛灵思——绑定 AMD，根据 Benelux 预测，AMD 发布第四代 5nm 锐龙之后，很有可能实现对英特尔的反超。因此，从绑定 CPU 厂商来看，两家 FPGA 厂商的差距不大。但需要注意的是，AMD 目前整体增长势头非常猛。

莱迪斯——单一 FPGA 供应商，2017 年紫光集团原计划收购莱迪斯，后因种种原因未能成行。



图：CPU 领域 AMD 和英特尔市场份额 来源：海通证券

2、融合解决方案的技术参数，来看： 衡量新技术方案好坏的是：更大的吞吐量、更低的时延、更小的功耗、更好的通用性。

吞吐量： 指芯片运行时，每秒钟能够处理的数据的量（类似机场旅客吞吐量）一般用 TOPS 衡量。吞吐量是芯片软件算力性能的重要指标，吞吐量越大，说明芯片性能越强。吞吐量由高至低：GPU＞FPGA+CPU＞FPGA＞CPU。

时延：代表反映速度，时延越低，反应越快。时延由低至高：FPGA+CPU=FPGA＞GPU＞CPU。

功耗：功耗越大、耗电量越高，对散热要求也越高，性价比越低。功耗由低至高：FPGA＜CPU+FPGA＜CPU＜GPU。

通用性：通用型越高、控制能力越强。通用性和性能一般二者不可兼得，若需要针对特定场景进行专门设计，必须舍弃通用性性达到更高性能。其中，CPU 灵活性较高。

指数研究

芯片	代表产品	算力（Tops）	延迟	功耗	通用性
CPU	英特尔 skylak	1T	≈10毫秒	165W	很高
GPU	英伟达 Tesla	15.7T	≈1毫秒	300W	高
CPU+FPGA	英特尔 Stratix10	10T	≈1微秒	125W	高
FPGA	赛灵思 Virtex	1.8T	≈1微秒	30W	中
ARM+FPGA	赛灵思Versal	16T		80W	高
FPGA	莱迪斯	＜1T		0.5W	中

图：各厂商技术参数

来源：公司官网 塔坚研究

整体来看，CPU+FPGA 中和了 FPGA 和 CPU 的优点，在延迟、功耗和通用性上稍优于 GPU。由于 AMD 还未与赛灵思合作开发，但从“CPU+FPGA”架构来看，ARM+赛灵思的方案，将领先于英特尔+Altera。

上述情况了解完后，我们来看国内厂商。

.....

以上，仅为本报告部分内容,仅供试读。

如需获取本报告全文及其他更多内容，请订阅产业链报告库。

一分耕耘一分收获，只有厚积薄发的硬核分析，才能在关键时刻洞见未来。

• 订阅方法 •

长按下方二维码，一键订阅



扫码阅读优塾产业链报告

如需了解更多，请添加工作人员微信：ys_dsj

【版权与免责声明】1）版权声明：版权所有，违者必究，未经许可不得以任何形式翻版、拷贝、复制、传播。2）尊重原创声明：如内容有引用但未标注来源，请随时联系我们，我们会删除、更正相关内容。3）内容声明：我们只负责财务分析、产业研究，内容不支持任何形式决策依据，也不支撑任何形式投资建议。本文是基于公众公司属性，根据其法定义务内向公众公开披露的财报、审计、公告等信息整理，不为未来变化做背书，未来任何变化均与本文无关。我们力求信息准确，但不保证其完整性、准确性、及时性，我们不为任何人的个人决策和市场行为负责。所有内容仅服务于产业研究、学术讨论需求，不服务于股市相关人士和无信息甄别力人士，如为相关人士，请务必取消对本号的关注。4）阅读权限声明：我们仅在公众平台呈现部分内容，标题内容格式均自主决定，如有异议，请取消对本号的关注。5）主题声明：鉴于工作量巨大，仅覆盖部分产业，不保证您需要的行业都覆盖，也不接受私人咨询问答，请谅解。6）平台声明：所有内容以微信平台为唯一出口，不为任何其他平台内容负责，对仿冒、侵权平台，我们保留法律追诉权力。7）完整性声明：以上声明和上述文章构成不可分割的部分，在未

详细阅读并认可本声明所有条款的前提下，请勿对本页面做任何形式的浏览、点击、转发、评论。

【参考资料】*[1] 来自智通财经网,诺基亚(NOK.US)进一步抛弃 FPGA?*

塔坚研究