



www.leadleo.com

2020年 中国FPGA芯片行业研究报告

概览标签：亿门级、非易失性、逻辑单元、数据中心、ADAS、消费电子

报告作者：贾雁
2020/01

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，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，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关法律责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

头豹研究院简介

- ◆ 头豹研究院是中国大陆地区首家**B2B模式人工智能技术的互联网商业咨询平台**，已形成集**行业研究、政企咨询、产业规划、会展会议**行业服务等业务为一体的一站式行业服务体系，整合多方资源，致力于为用户提供最专业、最完整、最省时的行业和企业数据库服务，帮助用户实现知识共建，产权共享
- ◆ 公司致力于以优质商业资源共享为基础，利用**大数据、区块链和人工智能**等技术，围绕**产业焦点、热点问题**，基于**丰富案例和海量数据**，通过开放合作的研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



四大核心服务：

企业服务

为企业提供**定制化报告**服务、**管理咨询、战略调整**等服务

云研究院服务

提供行业分析师**外派驻场**服务，平台数据库、报告库及内部研究团队提供技术支持服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、**奖项**评选、行业**白皮书**等服务

园区规划、产业规划

地方**产业规划**，**园区**企业孵化服务

报告阅读渠道

头豹科技创新网 —— www.leadleo.com PC端阅读全行业、千本研报



头豹小程序 —— 微信小程序搜索“头豹”、手机扫右侧二维码阅读研报



图说



表说



专家说



数说



详情请咨询



客服电话

400-072-5588



上海

王先生: 13611634866

李女士: 13061967127



南京

杨先生: 13120628075

唐先生: 18014813521



深圳

李先生: 18916233114

李女士: 18049912451

概览摘要

FPGA (Field Programmable Gate Array) 芯片基于可编程器件 (PAL、GAL) 发展而来，是半定制化、可编程的集成电路。相对全球集成电路领域超4,600亿美元的市场规模，FPGA市场规模较小，存在增量释放空间。相较赛灵思、Intel等巨头，中国FPGA研发起步晚，但研发进度逐渐赶上（与全球头部厂商相差3代缩短至接近2代）。本土芯片在产品硬件性能等方面落后于境外高端产品，但短期在LED显示、工业视觉等领域出货量较高。2025年后，边缘计算技术及云计算技术在智慧交通网络、超算中心全面铺开，自动驾驶、数据中心领域FPGA应用市场成长速度将超过通信、消费电子市场。

◆ 5G通信体系建设提高FPGA芯片需求

通信场景是FPGA芯片在产业链下游应用最广泛的场景（超40%），随5G通信技术发展、硬件设备升级，FPGA面临强劲增量市场需求。FPGA相对CPU、GPU在功耗及计算速度方面具备优势，通信设备企业将加大FPGA器件在基站天线收发器等核心设备中的应用。

◆ 自动驾驶规模化商用提升FPGA量产需求

自动驾驶技术逐步发展，智慧交通市场空间广阔。自动驾驶领域ADAS系统、传感器系统、车内通信系统、娱乐信息系统等板块对FPGA芯片产品产生增量需求，全球头部FPGA厂商（赛灵思、英特尔等）积极布局自动驾驶赛道。

◆ FPGA芯片设计复杂度持续提高

2016年至2018年，全球FPGA研发工作针对高性能、高安全性可编程芯片设计项目比重提高（2018年安全特性模块项目增至52%），FPGA设计复杂度日趋提升，具体可以嵌入式处理器数量增加、异步时钟域数量增加、安全特性（安全保证硬件模块）设计增加为证。

企业推荐：

安路科技、智多晶、高云半导体



400-072-5588

目录

◆ 名词解释	-----	05
◆ 中国FPGA芯片行业综述	-----	09
• FPGA芯片定义及物理结构	-----	09
• FPGA芯片特点及分类	-----	10
• FPGA芯片与其他芯片对比	-----	11
• FPGA芯片行业产业链	-----	14
• FPGA芯片行业市场规模	-----	18
• FPGA芯片关键技术	-----	19
➢ 执行计算密集型任务	-----	19
➢ 执行通信密集型任务	-----	20
➢ FPGA部署模式	-----	21
➢ 分享服务器网络部署	-----	22
➢ 数据中心加速层	-----	23
➢ eFPGA嵌入	-----	24
➢ 执行云计算任务	-----	25
• 全球FPGA大厂竞争	-----	26
◆ 中国FPGA芯片行业驱动因素	-----	27
• 5G通信体系建设提高FPGA芯片需求	-----	27
• 自动驾驶规模化商用提升量产需求	-----	28
◆ 中国FPGA芯片行业制约因素	-----	29

目录

◆ 中国FPGA芯片行业政策法规	-----	30
◆ 中国FPGA芯片行业发展趋势	-----	31
• FPGA芯片设计复杂度持续提高	-----	31
• 广泛应用于机器学习强化项目	-----	32
◆ 中国FPGA芯片行业竞争格局	-----	33
• 竞争格局概述	-----	33
• TOP10企业排名	-----	34
• TOP10企业特点	-----	35
• 投资企业推荐	-----	36
➤ 安路科技	-----	36
➤ 智多晶	-----	38
➤ 高云半导体	-----	40
◆ 专家观点：投资建议	-----	42
• 中国FPGA芯片行业价值投资方向	-----	42
• 中国FPGA芯片行业投资逻辑及风险概述	-----	43
◆ 方法论	-----	44
◆ 法律声明	-----	45

名词解释

- ◆ **微处理器**：由一片或少数几片大规模集成电路组成的中央处理器。微处理器可完成取指令、执行指令，与外界存储器和逻辑部件交换信息等操作，是微型计算机的运算控制部分，可与存储器及外围电路芯片组成微型计算机。
- ◆ **DSP**：Digital Signal Processor，特殊微处理器，是以数字信号处理大量信息的器件。工作原理是接收模拟信号，转换为0或1的数字信号，再对数字信号进行修改、删除、强化，并在其他系统芯片中把数字数据解译回模拟数据或实际环境格式。
- ◆ **CMOS**：Complementary Metal Oxide Semiconductor，互补金属氧化物半导体，制造大规模集成电路芯片采用的一种技术，或用该技术制造的芯片。
- ◆ **TTL**：Time To Live，指定IP包被路由器丢弃之前允许通过的最大网段数量。
- ◆ **RAM**：Random Access Memory，随机存取存储器，是与CPU直接交换数据的内部存储器，可作为操作系统或其他正在运行中程序的临时数据存储介质，支持随时从任何一个指定地址写入（存入）或读出（取出）信息，同时具备数据易失性，断电将造成存储数据丢失。
- ◆ **非易失性内存**：Non-Volatile Memory，指当电流关掉后，所存储数据不消失的电脑存储器。非易失性存储器可依存储器内数据是否能在使用电脑时随时改写分为两大类产品（ROM只读内存、Flash memory闪存）。
- ◆ **门阵列**：半导体厂商在硅片上形成基本单元的逻辑门母板，并基于母版按用户特定需求设计电路布局的半客户定制芯片，可分为有信道和无信道两种。
- ◆ **SERDES**：Serializer（串行器）、DESerializer（解串器），主流的时分多路复用、点对点串行通信技术，多路低速并行信号在发送端被转换成高速串行信号，经传输媒体（光缆、铜线）达到接收端，高速串行信号被转换成低速并行信号。
- ◆ **反向设计**：通过对芯片内部电路提取、分析、整理，实现对芯片技术原理、设计思路、工艺制造、结构机制等深入洞悉，可用以验证设计框架、分析信息流技术问题，或助力形成新芯片设计、产品设计方案。
- ◆ **正向设计**：以系统工程理论、方法、过程模型为指导，面向复杂芯片产品和系统改进、改型、技术研发、原创设计。
- ◆ **eFPGA**：Embedded FPGA，嵌入式FPGA，将一个或多个FPGA以IP的形式嵌入ASIC，SoC等芯片中。
- ◆ **CPLD**：Complex Programmable Logic Device，复杂可编程逻辑器件，一种根据用户自身需求而自行构造逻辑功能的数字集成电路，属于大规模集成电路。
- ◆ **ASIC**：Application Specific Integrated Circuit，专用集成电路，是针对用户对特定电子系统的需求，从根级设计、制造的专有应用程序芯片，其计算能力和计算效率可根据算法需要进行定制，是固定算法最优化设计的产物。



400-072-5588

名词解释

- ◆ **SDRAM** : Synchronous Dynamic Random-access Memory, 同步动态随机存取内存, 通过同步接口动态随机存取内存, 在响应控制输入前等待时钟信号以实现存储器和计算机系统的总线同步。
- ◆ **EMI** : Electromagnetic Interference, 电磁干扰, 电子产品工作时对周边其他电子产品造成干扰, 干扰种类包括传导干扰、辐射干扰。
- ◆ **MCU** : Microcontroller Unit, 单片微型计算机, 将中央处理器频率与规格做适当缩减, 并将内存、计数器、USB、A/D转换、UART、PLC、DMA等周边接口、LCD驱动电路整合在单一芯片上形成的芯片级计算机, 可针对不同应用场合做不同组合控制。
- ◆ **ADAS** : Advanced Driving Assistant System, 高级驾驶辅助系统。该系统利用各种车载传感器(毫米波雷达、激光雷达、单双目摄像头以及卫星导航等), 在汽车行驶过程中随时感应周围环境, 收集数据, 进行动静态物体辨识、侦测与追踪, 并结合导航仪地图数据, 进行系统运算分析, 预先让驾驶者察觉潜在危险, 有效提升汽车驾驶的舒适性和安全性。
- ◆ **SoC** : System on Chip, 系统级芯片, 有专用目标的集成电路, 包含完整硬件系统并嵌入软件全部内容, 用以实现从确定系统功能、软硬件划分, 直至完成设计的整个过程。
- ◆ **流处理** : 大数据处理手段, 一种面向动态数据的细粒度处理模式。基于分布式内存, 对不断产生的动态数据进行处理, 具备快速, 高效, 低延迟等特性。
- ◆ **引脚** : 管脚, 从集成电路内部电路引出的与外围电路的接线, 引线末端通过软钎焊与印制板焊盘形成焊点, 引脚整体构成芯片接口。引脚可划分为脚跟、脚趾、脚侧等部分。
- ◆ **CAN总线** : Controller Area Network, ISO国际标准化串行通信协议, 控制器局域网络简称, 是国际应用最广泛的现场总线之一。部分国家(欧洲国家、美国等)将CAN总线协议设定为汽车计算机控制系统和嵌入式工业控制局域网的标准总线。
- ◆ **基带** : 信源(信息源, 发射端)发出的没有经过调制(进行频谱搬移和变换)的原始电信号所固有的频带(频率带宽)。
- ◆ **中频** : 按频率高低划分时, 频段由300KHz到3,000KHz的频率, 多数为AM电台。
- ◆ **QSFP** : Quad Small Form-factor Pluggable, 四通道SFP接口(QSFP), QSFP是为了满足市场对更高密度的高速可插拔解决方案的需求而诞生的。
- ◆ **基准时钟** : 数字同步网中, 高稳定度的全网最高级时钟源。



400-072-5588

名词解释

- ◆ **PCB** : Printed Circuit Board, 印制电路板, 印刷线路板, 核心电子部件, 电子元器件支撑体及元器件电气连接载体, 采用电子印刷术制作的。
- ◆ **管芯** : 集成电路中制造集成块所用芯片。
- ◆ **Tops/W** : 1W功耗情况下处理器运算能力性能指标, 代表每秒每瓦万亿次计算量。
- ◆ **OpenCL** : Open Computing Language, 开放运算语言, 面向异构系统通用目的并行编程的开放式、免费标准, 统一编程环境, 便于软件开发人员为高性能计算服务器、桌面计算系统、手持设备编写高效轻便的代码, 广泛适用于多核心处理器(CPU)、图形处理器(GPU)、Cell类型架构及数字信号处理器(DSP)等其他并行处理器。
- ◆ **PCIe** : Peripheral Component Interconnect Express, 高速串行计算机扩展总线标准, 属于高速串行点对点双通道高带宽传输, 所连接设备分配独享通道带宽, 不共享总线带宽, 主要支持主动电源管理, 错误报告, 端对端可靠性传输, 热插拔及服务质量(QoS)等功能。
- ◆ **DNN** : Deep Neural Networks, 深度神经网络, 可分为输入层、隐藏层、输出层, 第一层为输入层, 最后一层为输出层, 中间层皆为隐藏层。层与层间实现全连接, 每层任一神经元与其它层任一神经元相连。
- ◆ **DDN** : Digital Data Network, 数字数据网, 为用户提供专用中高速数字数据传信道, 以使用户组织自有计算机通信网, 或用于传输压缩数字语音、传真信号。
- ◆ **DPDK** : Data Plane Development Kit, 数据平面开发套件, 由英特尔等公司开发, 基于Linux系统运行并用于快速数据包处理的函数库与驱动集合, 可提高数据处理性能及吞吐量, 提高数据平面应用程序工作效率。
- ◆ **IP核** : Intellectual Property Core, 知识产权核或知识产权模块, 是集成电路可重用设计方法学中针对芯片设计的可重用模组。IP分为软IP、固IP和硬IP, 软IP是用Verilog、VHDL等硬件描述语言的功能块, 不涉及具体电路元件, 固IP是综合功能块, 硬IP用来提供设计最终阶段产品“掩膜”。
- ◆ **EDA** : Electronics Design Automation, 以计算机为工具, 设计者在软件平台上用硬件描述语言VerilogHDL完成设计文件, 再由计算机自动完成逻辑编译、化简、分割、综合、优化、布局、布线和仿真, 直至对特定目标芯片完成适配编译、逻辑映射和编程下载等工作。
- ◆ **Mbps** : Million bits per second, 传输速率单位, 每秒传输位(比特)数量, 1Mbps代表每秒传输1,000,000比特。
- ◆ **算力** : 计算机能够完成一个数学程序的速度, 如接收任何一组信息, 并将其转换成字母和特定长度数字的速度。
- ◆ **时钟电路** : 像时钟一样准确运动的振荡电路, 多由晶体振荡器、晶震控制芯片和电容组成, 可保证任何电路工作按时间顺序进行。



400-072-5588

名词解释

- ◆ **深度学习**：一种机器学习算法，学习样本数据的内在规律和表示层次，最终目标是让机器像人一样具有分析学习能力，能够识别文字、图像和声音等数据。
- ◆ **同构数据**：同构分布式数据库，所有站点使用共同数据库管理系统软件，站点间合作处理用户需求，本地站点需放弃数据库管理系统软件部分更改自治权。
- ◆ **异构数据**：异构分布式数据库，不同站点具备不同模式及不同数据库管理系统软件。站点独立工作，站点间仅在事务处理过程中提供有限合作功能。
- ◆ **kernel**：实时操作系统，可迅速接受外界事件、数据并予以处理，处理结果可在规定时间内控制生产过程或对处理系统给予快速响应，调度资源完成实时任务，并控制所有实时任务协调一致运行的操作系统。
- ◆ **DMA**：Direct Memory Access，直接内存存取，允许不同速度硬件装置沟通，无需依赖CPU大量中断负载，无需CPU将片段资料从来源复制至暂存器，支持CPU同时进行其他工作。
- ◆ **DRAM**：Dynamic Random Access Memory，动态随机存取存储器，半导体存储器，利用电容内存储电荷多寡代表二进制比特。
- ◆ **ALU**：Arithmetic and Logic Unit，算术逻辑单元，能实现多组算术运算、逻辑运算的组合逻辑电路。
- ◆ **Cache**：高速缓冲存储器，位于CPU和主存储器DRAM之间，规模较小，运行速度较高，多由SRAM（静态存储器）组成。CPU速度远高于内存，CPU直接从内存中存取数据时需特定等待时间周期，Cache可保存CPU使用过或循环使用的部分数据，CPU可从Cache中直接调用保存的数据，避免重复存取，减少CPU等待时间，提高系统效率。
- ◆ **显存**：帧缓存，用于存储经显卡芯片处理或即将提取的渲染数据，类似计算机内存。
- ◆ **T&L**：Transforming and Lighting，光影转换，图形加速卡中处理图形整体角度旋转及光源阴影等三维效果。
- ◆ **PixelShader**：像素处理器，负责渲染过程中像素级效果运算，如折射，漫反射，泛光，非正常曝光等，PixelShader运算数据为高精度浮点型，无法通过CPU直接进行模拟运算。
- ◆ **浮点运算**：实数运算，计算机只可存储整数，实数为约数，浮点运算较慢且存在误差。
- ◆ **PaaS**：Platform as a Service，平台即服务，将云计算时代相应服务器平台或开发环境作为服务进行提供的商业模式。
- ◆ **NRE**：Non-Recurring Engineering，一次性工程费用，集成电路生产成本中非经常性发生的开支，新集成电路产品研制开发费、工艺加工、测试分析等费用。



400-072-5588

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片定义及分类（1/2）

FPGA芯片作为专用集成电路（ASIC）领域中半定制电路面市，克服定制电路灵活度不足的问题以及传统可编程器件门阵列数有限的缺陷

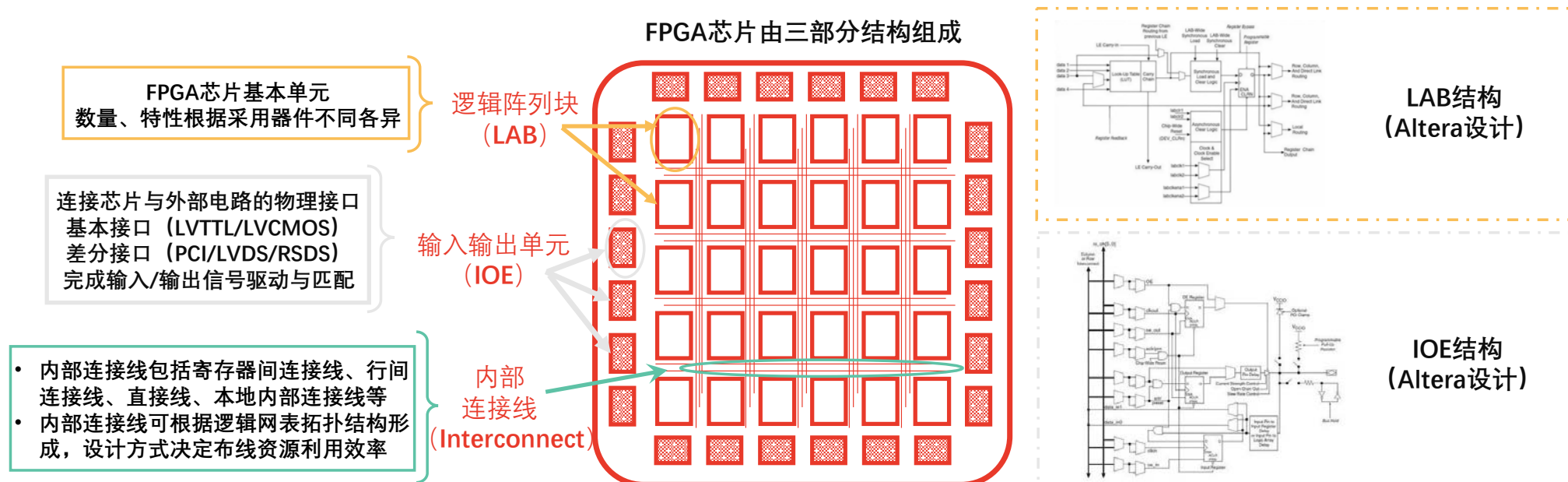
FPGA芯片定义及物理结构

➤ FPGA（Field Programmable Gate Array）芯片基于可编程器件（PAL、GAL）发展而来，是**半定制化、可编程**的集成电路。

发明者：赛灵思联合创始人Ross Freeman于1984年发明FPGA集成电路结构。全球第一款**商用FPGA芯片**为**赛灵思XC4000系列**FPGA产品。

➤ FPGA芯片按固定模式处理信号，可执行新型任务（计算任务、通信任务等）。FPGA芯片相对专用集成电路（如ASIC芯片）更具灵活性，相对传统可编程器件可添加更大规模电路数量以实现多元功能。

物理结构：FPGA芯片主要由三部分组成，分别为**IOE**（input output element，输入输出单元）、**LAB**（logic array block，逻辑阵列块，赛灵思定义为可配置逻辑块CLB）以及**Interconnect**（内部连接线）。



来源：berkeley wireless group，阿尔特拉官网，头豹研究院编辑整理



400-072-5588

©2020 LeadLeo

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片定义及分类（2/2）

FPGA芯片在实时性（数据信号处理速度快）、灵活性等方面具备显著优势，在深度学习领域占据不可替代地位，同时具有开发难度高的特点

FPGA芯片特点

FPGA芯片具备以下特点：

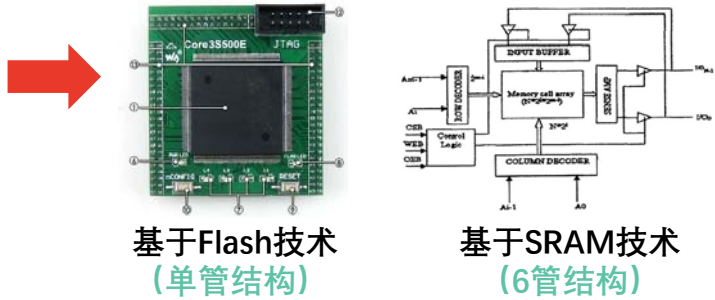
- 设计灵活**：属于硬件可重构的芯片结构，内部设置数量丰富的输入输出单元引脚及触发器。
- 兼容性强**：FPGA芯片可与CMOS、TTL等大规模集成电路兼容，协同完成计算任务。
- 并行计算**：FPGA内部结构可按数据包步骤多少搭建相应数量流水线，不同流水线处理不同数据包，实现**流水线并行、数据并行**功能。
- 适用性强**：是专用电路中**开发周期最短、应用风险最低**的器件之一（部分客户无需投资研发即可获得适用FPGA芯片）。
- 地位提升**：早期在部分应用场景是**ASIC芯片的批量替代品**；近期随微软等头部互联网企业数据中心规模扩大，FPGA芯片应用范围扩大。

FPGA芯片分类

FPGA厂商主要提供基于两种技术类型的FPGA芯片：**Flash技术类、SRAM技术类**（Static Random-access Memory，静态随机存取存储器）。

两类技术均可实现系统层面编程功能，具备较高计算性能，系统门阵列密度均可超过**1兆**。

核心区别：基于Flash的可编程器件具备**非易失性特征**，即电流关闭后，所存储数据不消失。基于SRAM技术的FPGA芯片**不具备非易失性特征**，是应用范围最广泛的架构。



不同类别FPGA芯片特点

芯片类别	结构	配置信息	系统安全	其他优势
Flash类	编程单元为单管结构	需从外部器件加载配置信息	安全性高，硬件出错几率小	Flash中集成非易失性存储器可应用于消费电子及汽车电子领域；基于Flash的FPGA芯片采用内部电荷泵进行编程，工作频率可达 350MHz ，利用率可超 95%
SRAM类	采用6管结构进行开关控制	加载电流前配置信息即有效	安全性一般	基于SRAM的FPGA芯片利用率达到 70%至75% ，加电时可达到瞬间高峰电流，相对Flash类芯片具备更高静态功耗、更高动态功耗

来源：阿里巴巴官网，Berkeley Wireless Group，头豹研究院编辑整理

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片与其他主流芯片对比（1/3）

CPU为通用型器件，FPGA架构相对CPU架构偏重计算效率，依托FPGA并行计算处理视觉算法可大幅提升计算速率，降低时延

FPGA芯片相较于CPU芯片

➤ CPU处理计算指令流程：

CPU通过专用译码器接收任务指令，接收过程分为两步：**指令获取**（CPU从专门存放指令的存储器中提取执行指令）以及**指令翻译**（根据特定规则将指令翻译为数据并传输至计算单元）。其中计算单元为**晶体管**（CPU基本元件），“开”、“关”分别对应“1”、“0”机器码数字。

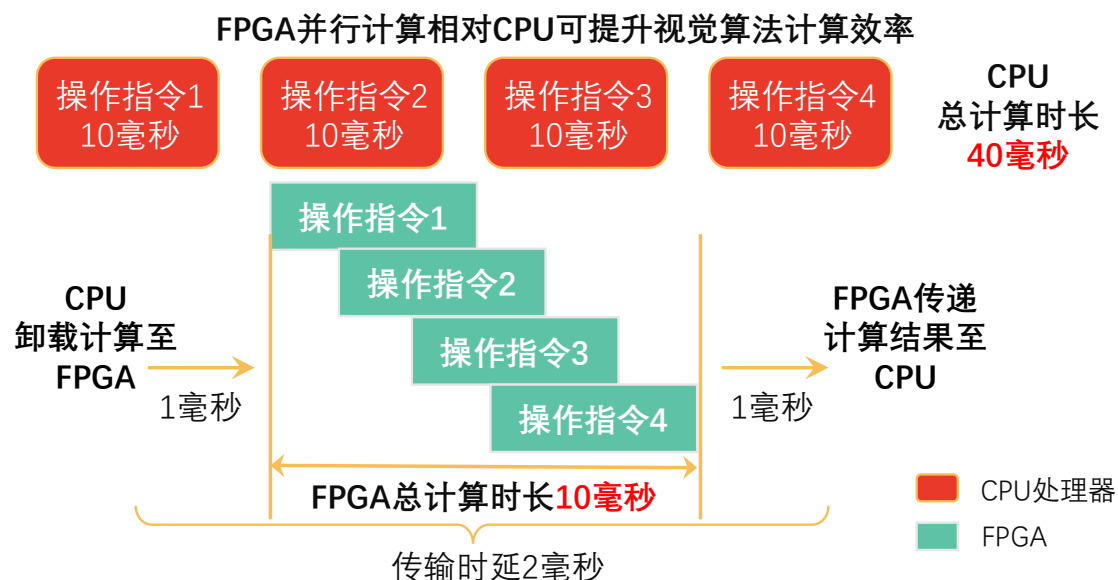
➤ CPU处理计算指令特点：

- CPU物理结构包括Control（指令获取、指令翻译）、Cache（临时指令存储器）、计算单元ALU（约占CPU空间**20%**）。
- CPU为通用型计算任务处理核心，可处理来自多个设备的计算请求，可随时终止当前运算，转向其他运算。
- 逻辑控制单元及指令翻译结构较为复杂，可从中断点继续计算任务，为实现**高度通用性**而牺牲计算效率。

➤ CPU视觉算法与FPGA视觉算法比较：

- **CPU架构**：CPU用于处理视觉算法需**按指定顺序执行指令**，第一指令在图像整体运行完成后，第二指令开始运行。在**4步操作**指令环境下，设定单个操作指令运行需**10毫秒**，完成总算法耗时约**40毫秒**。
- **FPGA架构**：FPGA用于处理视觉算法采取**规模化并行运算模式**，可于图像不同像素内同时运行**4步操作**指令。设定单个操作指令运行需**10毫秒**，FPGA完成图像整体视觉算法处理时间仅为**10毫秒**，FPGA图像处理速度显著快于CPU。
- **“FPGA+CPU”架构**：此架构下，图像在CPU与FPGA之间传输，包含传输时间在内的算法整体处理时间仍低于纯CPU架构。
- **算法案例**：以卷积滤镜图像锐化计算任务为例，系统需通过阈值运行图像生产二进制图像。CPU架构下，系统需在阈值步骤前完成图像整体卷积步骤，FPGA则支持相同算法同时运行，**相对CPU架构，卷积计算速度提升约20倍**。

来源：act视觉系统设计，头豹研究院编辑整理



400-072-5588

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片与其他主流芯片对比（2/3）

GPU作为图形处理器件，计算峰值较高，远期在机器学习领域（多指令平行处理单一数据），FPGA相对GPU在灵活性、功耗方面更胜一筹

FPGA芯片相较于GPU芯片

➤ GPU物理结构：

GPU为图形处理器，针对各类计算机图形绘制行为进行运算（如顶点设置、光影操作、像素操作等），标准GPU包括2D引擎、3D引擎、视频处理引擎、显存管理单元等。其中，3D引擎包含T&L单元、Pixel Shader等。

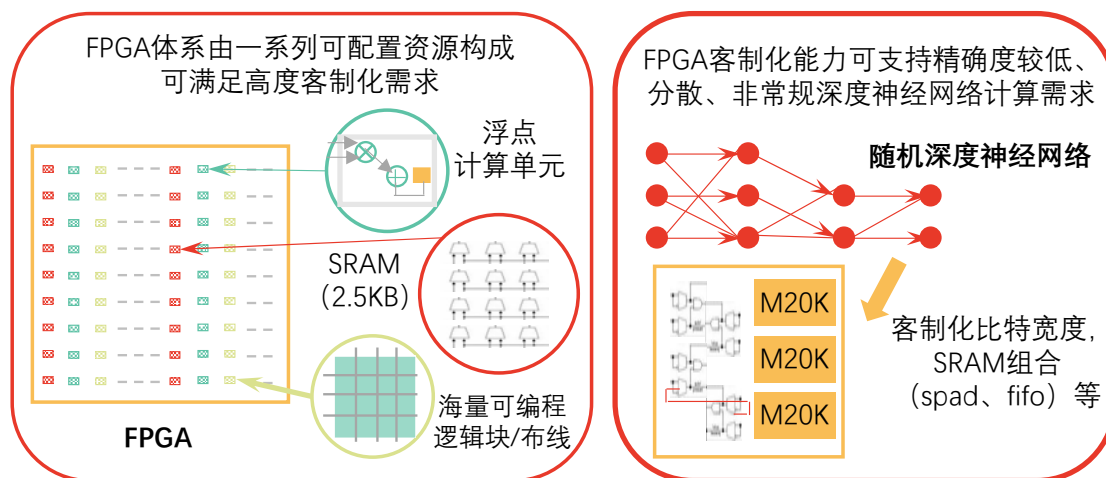
➤ GPU处理计算指令流程：

- 顶点处理：GPU读取3D图形顶点数据，根据外观数据确定3D图形形状、位置关系，**建立3D图形骨架**。
- 光栅化计算：显示器图像由像素组成，系统需将图形点、线通过算法转换至像素点。**矢量图形转换为像素点**为光栅化计算过程。
- 纹理贴图：通过纹理映射对多变形表面进行贴图处理，进而**生成真实图形**。
- 像素处理：GPU对光栅化完成的像素进行计算、处理，**确定像素最终属性**，多通过Pixel Shader（像素着色器）完成。

➤ GPU与FPGA特点对比：

- **峰值性**：GPU计算峰值（**10Tflops**）显著高于FPGA计算峰值（**小于1Tflops**）。GPU架构依托深度流水线等技术可基于标准单元库实现手工电路定制。相对而言，FPGA设计资源受限，**型号选择决定逻辑资源上限**（浮点运算资源占用较高），FPGA逻辑单元基于SRAM查找表，布线资源受限。
- **内存接口**：GPU内存接口（双倍数据传输率存储器等）带宽优于FPGA使用的DDR（双倍速率同步动态随机存储器）接口，满足机器学习频繁访问内存需求。
- **灵活性**：FPGA可根据特定应用编程硬件，GPU设计完成后无法改动硬件资源，远期机器学习使用**多条指令平行处理单一数据**，FPGA硬件资源灵活性更能满足需求。
- **功耗**：GPU平均功耗（**200W**）远高于FPGA平均功耗（**10W**），可有效解决散热问题。

FPGA并行计算相对GPU更适于新型DDN常规及非常规计算任务



来源：图像处理知识库，头豹研究院编辑整理



400-072-5588

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片与其他主流芯片对比（3/3）

ASIC芯片专用度高，开发流程非重复成本（流片）极高，5G商用普及初期，FPGA可依托灵活性抢占市场，但规模化量产场景下，ASIC芯片更具竞争优势

FPGA芯片相较于ASIC芯片

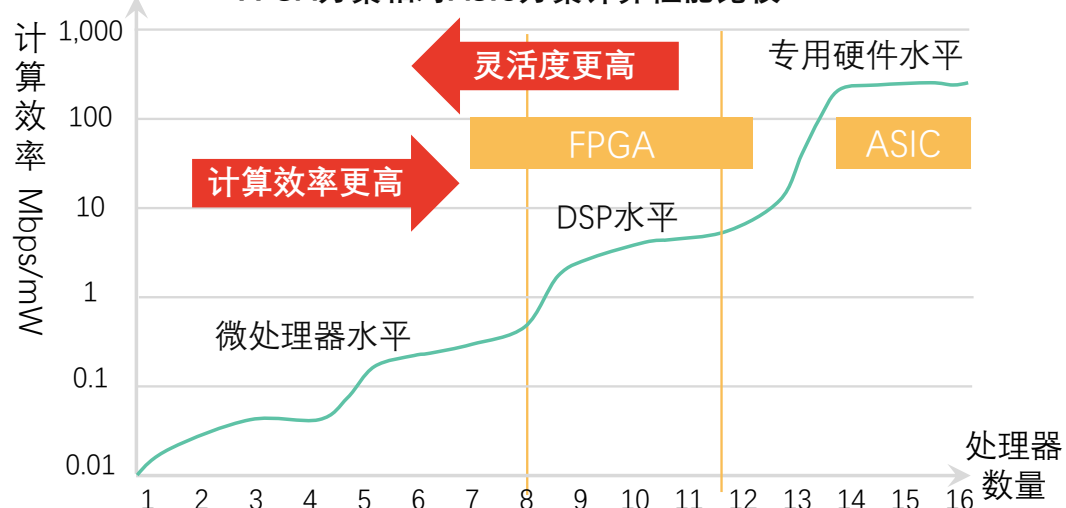
➤ ASIC与FPGA开发流程区别：

- ASIC需从标准单元进行设计，功能需求及性能需求发生变化时，ASIC芯片设计需经历重新投片，设计流程时间成本、经济成本较高。
- FPGA包括预制门和触发器，具备可编程互连特性，可实现芯片功能重新配置。相对而言，ASIC芯片较少具备重配置功能。

➤ ASIC与FPGA经济成本、时间成本区别：

- ASIC设计过程涉及固定成本，设计过程造成材料浪费较少，相对FPGA重复成本较低，非重复成本较高（**平均超百万美元**）。
- FPGA重复成本高于同类ASIC芯片，**规模化量产场景下，ASIC芯片单位IC成本随产量增加持续走低**，总成本显著低于FPGA芯片。
- **FPGA**无需等待芯片流片周期，编程后可直接使用，相对ASIC有助于企业节省产品上市时间。
- 技术未成熟阶段，FPGA架构支持灵活改变芯片功能，有助于降低器件产品成本及风险，**更适用于5G商用初期的市场环境。**

FPGA方案相对ASIC方案计算性能比较



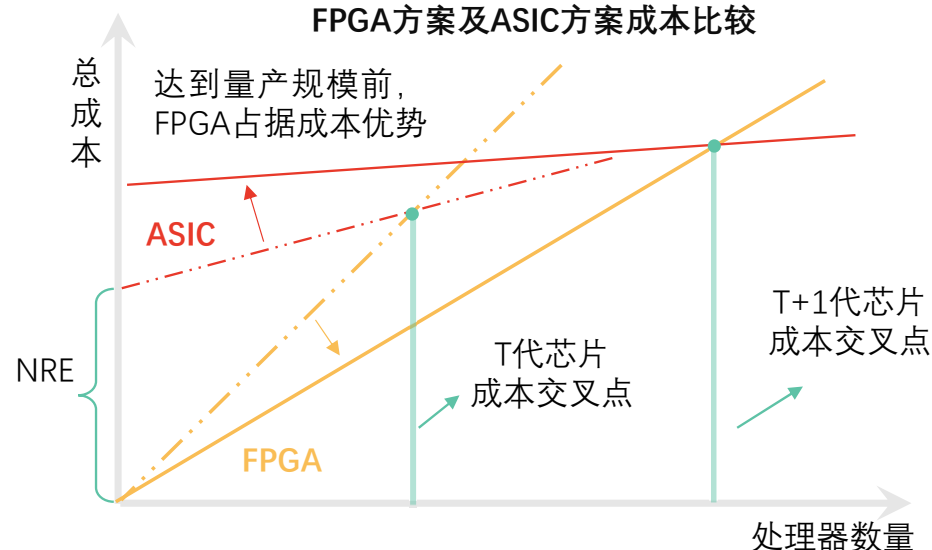
来源：半导体行业联盟，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

FPGA方案及ASIC方案成本比较



www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业综述——中国FPGA芯片行业产业链分析

FPGA芯片构成人工智能芯片重要细分市场，产业链细长，FPGA厂商作为中游企业对上游软、硬件供应商及下游客户企业议价能力均较强

中国FPGA芯片行业产业链由上游底层算法设计企业、EDA工具供应商、晶圆代工厂、专用材料及设备供应商，中游各类FPGA芯片制造商、封测厂商及下游包括视觉工业厂商、汽车厂商、通信服务供应商、云端数据中心等在内的应用场景客户企业构成。



来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业综述——中国FPGA芯片行业产业链上游分析

FPGA芯片作为可编程器件，流片需求较少，对上游代工厂依赖度较低，需专业设计软件、算法架构支持

➤ 底层算法架构设计企业
FPGA芯片设计对底层算法架构依赖度较低，上游算法供应商对中游FPGA芯片研发制造企业议价能力有限。境外算法架构设计企业包括高通、ARM、谷歌、微软、IBM等。

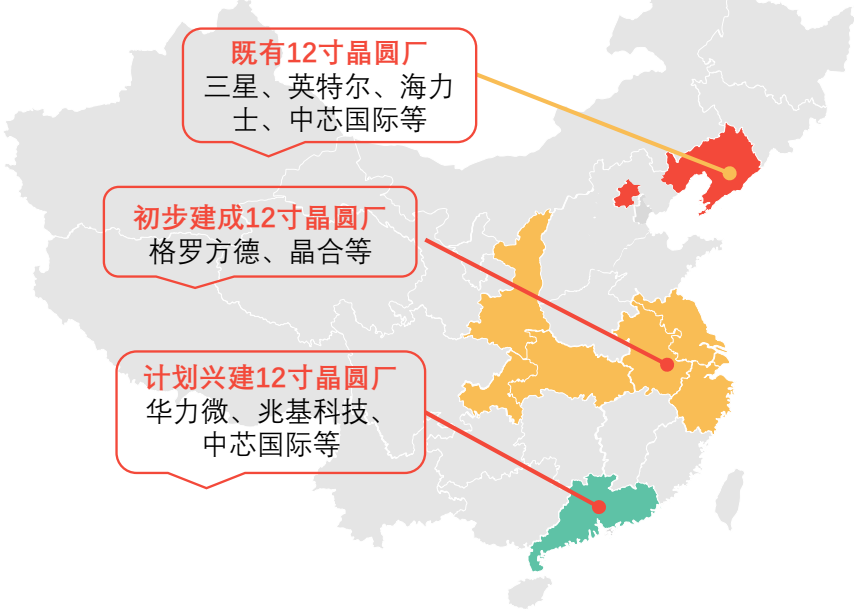
➤ 专用软件供应商
FPGA芯片企业需通过EDA等开发辅助软件（quartus、vivado等）完成设计。可提供EDA软件的国际一流企业（如Synopsys）向芯片研发企业收取高昂模块使用费。中国市场可提供EDA产品的企业较少，以芯禾电子、华大九天、博达微科技等为代表，中国EDA企业研发起步较晚，软件产品稳定性、成熟度有待提高。中国FPGA芯片研发企业采购境外EDA软件产品成本高昂，远期有待境内EDA企业消除与境外同类企业差距，为中游芯片企业提供价格友好型EDA产品。

三家头部企业EDA软件产品对比

	Mentor		cadence		synopsys	
软件名称	EE	PADS	Allegro	Protel	AD	
功能	多模块	基本模块	多模块	模块较少	多模块	
技术支援	有限	丰富	丰富	丰富	丰富	

➤ 晶圆代工厂
当前中国主流晶圆厂约30家，在规格上分别涵盖8英寸晶圆、12英寸晶圆。其中，8英寸晶圆厂相对12英寸晶圆厂数量较多。中国本土12英寸晶圆厂以武汉新芯、中芯国际、紫光等为例，平均月产能约65千片。在中国设立晶圆厂的境外厂商包括Intel、海力士等。中国晶圆厂发展速度较快，如武汉新芯12寸晶圆以平均月产能200千片超过海力士平均月产能160千片。

中国范围晶圆厂12寸晶圆产能分布，2018年

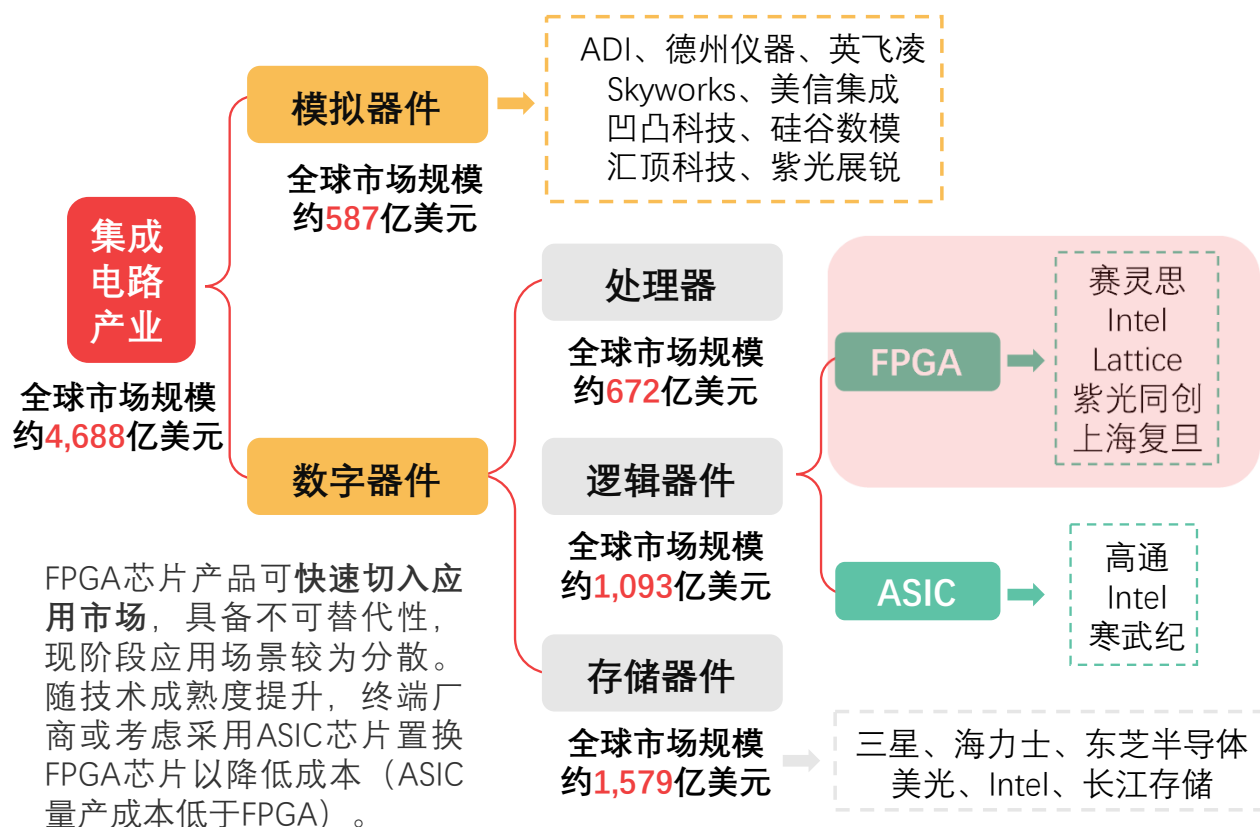


来源：Cadence官网，Synopsys官网，Mentor官网，头豹研究院编辑整理

中国FPGA芯片行业综述——中国FPGA芯片行业产业链中游分析

中国FPGA芯片行业中游企业拥有较大利润空间，随研发能力积累及应用市场成熟，中游行业格局或发生裂变，从发展硬件、器件研发业务转向发展软件、平台搭建业务

FPGA中游企业在集成电路领域地位，2018年



➤ FPGA芯片利润空间巨大：

相对CPU、GPU、ASIC等产品，FPGA芯片利润率较高。
中低密度百万门级、千万门级FPGA芯片研发企业利润率接近**50%**（可参考iPhone毛利率接近50%的水平）。
高密度亿门级FPGA芯片研发企业利润率近**70%**（可以赛灵思、Intel收购的阿尔特拉为例）。

➤ 中国中游企业面临市场潜力释放节点

相较赛灵思、Intel等巨头，中国FPGA在研发方面起步晚，但研发进度逐渐赶上（与全球头部厂商相差3代缩短至约2代）。

2017年起，中国FPGA迈入发展关键阶段（**从反向设计向正向设计全面过度**）。本报告期内中美贸易摩擦加剧背景下，完成初期积累的中国FPGA行业中游企业面临较好发展机遇。相对全球集成电路领域超4,600亿美元市场规模，FPGA市场规模较小，存在增量释放空间。

➤ 产业格局或发生变化

随FPGA行业中游企业集中度提高，**行业格局或发生裂变**。中国企业可通过市场策略调整，从**硬件研发业务**转向**软件设计**，从**器件研发**转向**平台建设**。

来源：Gartner Group官网，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



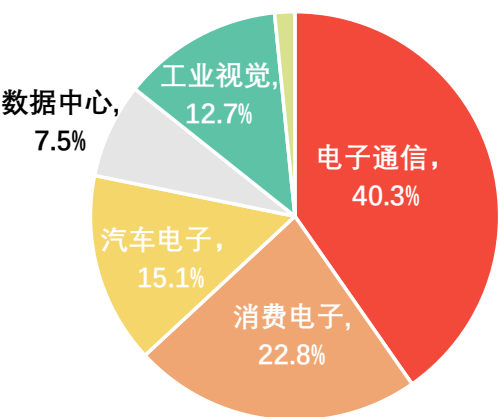
400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业综述——中国FPGA芯片行业产业链下游分析

中国FPGA芯片行业下游应用市场覆盖范围广泛，以电子通信、消费电子占据头部，工业控制、机器人控制、视频控制、自动驾驶和服务器等多领域具备巨大发展潜力

中国FPGA芯片应用场景市场规模占比，2018年



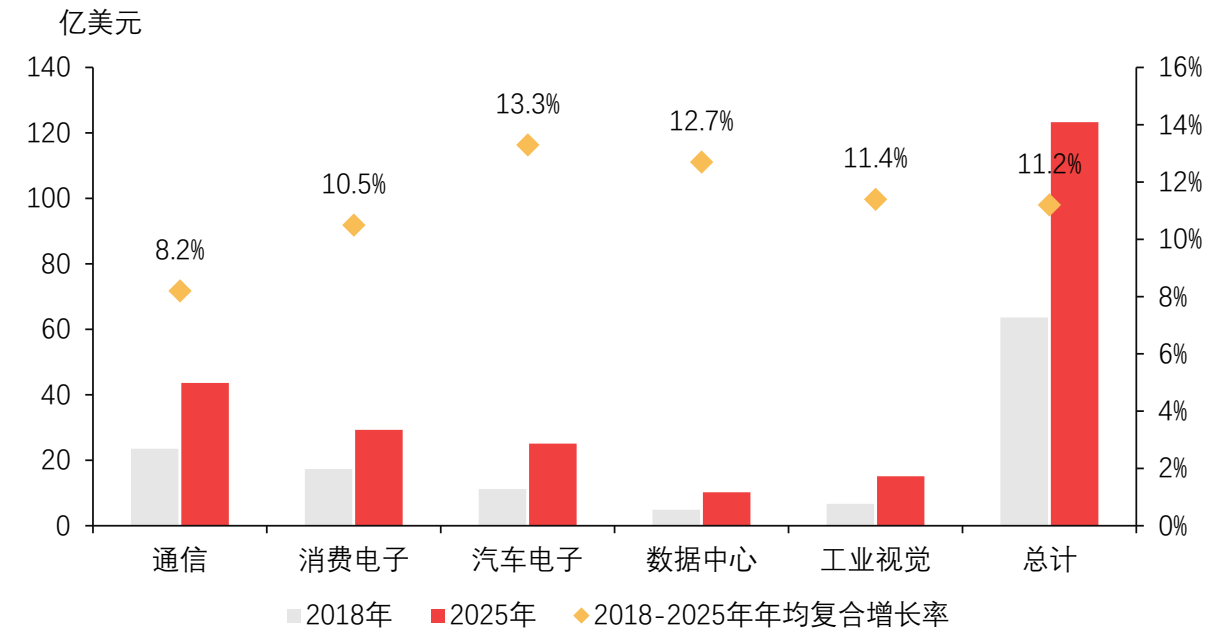
- **FPGA厂商偏重通信市场及消费电子场景**
中国FPGA应用市场以消费电子、通信为主。本土芯片在产品硬件性能等方面落后于境外高端产品，在**LED显示**、**工业视觉**等领域出货量较高。随中国企业技术突破及5G技术成熟，中国FPGA厂商在通信领域或取得市场份额高增长。
- **汽车、数据中心应用紧随其后**
2025年后，边缘计算技术及云计算技术在智慧交通网络、超算中心全面铺开，自动驾驶、数据中心领域FPGA应用市场成长速度将超过通信、消费电子市场。

来源：Gartner Group官网，头豹研究院编辑整理

➤ **FPGA芯片下游应用市场规模增长情况：**

2018年，通信、消费电子、汽车三大场景构成全球FPGA芯片总需求规模约80%以上，且市场规模持续扩大。FPGA器件作为5G基站、汽车终端设备、边缘计算设备核心器件，加速效果显著，面临下游市场**确定性增量需求**。随中游本土企业实力提升，远期国产FPGA芯片产品或以低价优势切入下游市场，降低下游企业采购高端可编程器件成本。

全球FPGA芯片下游应用市场规模变化趋势，2018年相较2025年



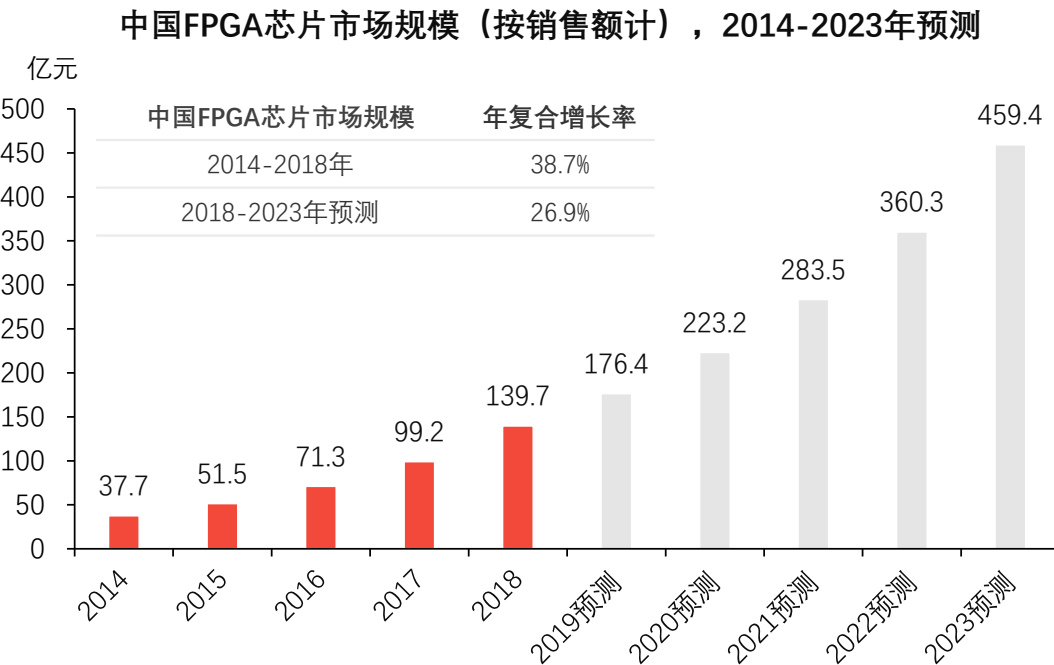
中国FPGA芯片行业综述——中国FPGA芯片行业市场规模

应用场景对FPGA芯片存量需求持续提升，5G、人工智能技术发展推动中国FPGA市场扩张，刺激增量需求释放

FPGA芯片行业市场规模

随下游应用市场拓展，中国FPGA行业市场规模持续提升。2018年，中国范围FPGA市场规模接近**140亿元**。

5G新空口通信技术及**机器学习技术**发展将进一步刺激中国FPGA市场扩容。预计2023年，中国FPGA芯片市场规模将**接近460亿元**。



来源：Gartner Group官网，头豹研究院编辑整理

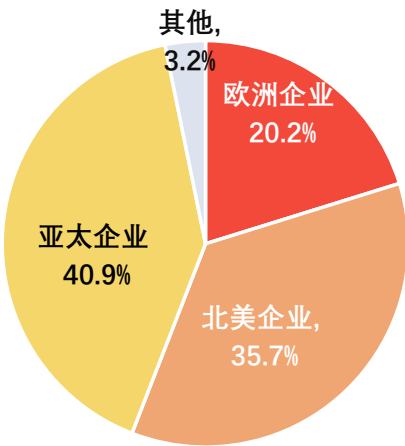
全球FPGA市场规模潜力将释放，主要得益于以下因素：

- **下游应用场景趋于广泛**：FPGA芯片相对ASIC更具灵活性，可节省流片时间成本，上市时间短，应用场景从通信收发器、消费电子等拓展至汽车电子、数据中心、高性能计算、工业视觉、医疗检测等，**短期内中国FPGA应用场景保持分散格局**，存量市场、增量市场均存在扩容空间。
- **部分应用场景不可替代性**：FPGA芯片在技术不稳定、灵活度需求高、需求量小的场景具备ASIC、CPU、GPU不可替代的低研发成本、制造成本优势（器件可根据具体需求完成现场编程需求）。

全球市场份额分析：

- **亚太市场需求显著**
亚太地区市场是FPGA的主要应用市场，占全球市场份额超**40%**。**截至2018年底，中国FPGA市场规模接近140亿元**，且随5G通信基础设施铺开而面临较大增量需求空间。
- **北美龙头企业把持头部市场**
北美地区赛灵思、Intel（收购阿尔特拉）保持FPGA市场双寡头垄断格局。中国FPGA市场中，赛灵思份额超过**50%**，Intel份额接近**30%**。

全球FPGA芯片市场份额，2018年

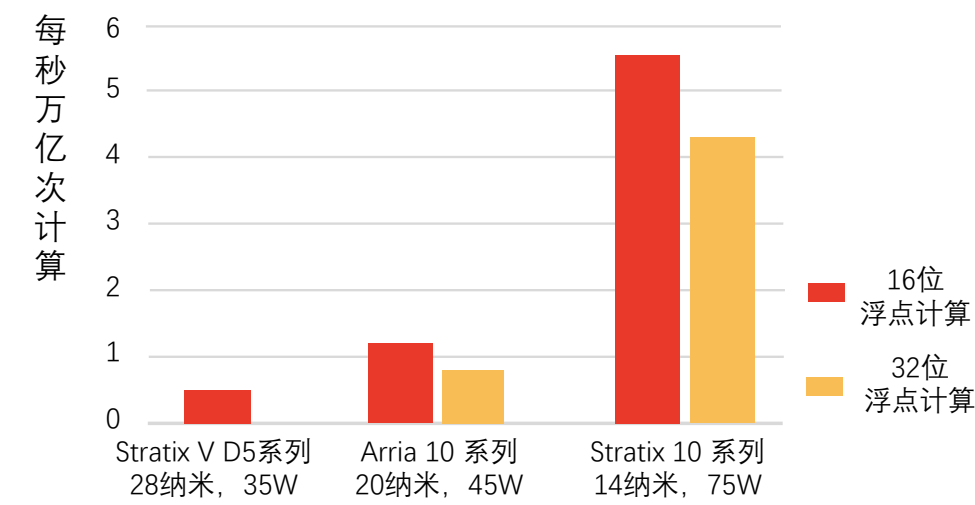


中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片技术分析（1/7）

计算任务：FPGA可用于处理多元计算密集型任务，依托流水线并行结构体系，FPGA相对GPU、CPU在计算结果返回时延方面具备技术优势

- 计算密集型任务：
矩阵运算、机器视觉、图像处理、搜索引擎排序、非对称加密等类型的运算属于计算密集型任务。该类运算任务可由CPU卸载至FPGA执行。
- FPGA执行计算密集型任务性能表现：
 - 计算性能相对CPU：如Stratix系列FPGA进行整数乘法运算，其性能与20核CPU相当，进行浮点乘法运算，其性能与8核CPU相当。
 - 计算性能相对GPU：FPGA进行整数乘法、浮点乘法运算，性能相对GPU存在数量级差距，可通过配置乘法器、浮点运算部件接近GPU计算性能。
- FPGA执行计算密集型任务核心优势：
搜索引擎排序、图像处理等任务对结果返回时限要求较为严格，需降低计算步骤时延。传统GPU加速方案下数据包规模较大，时延可达毫秒级别。FPGA加速方案下，PCIe时延可降至微秒级别。远期技术推动下，CPU与FPGA数据传输时延可降至100纳秒以下。

不同制程FPGA 浮点乘法运算能力



来源：半导体行业联盟，头豹研究院编辑整理

FPGA体系结构优势：FPGA可针对数据包步骤数量搭建同等数量流水线（流水线并行结构），数据包经多个流水线处理后可即时输出。GPU数据并行模式依托不同数据单元处理不同数据包，数据单元需一致输入、输出。针对流式计算任务，FPGA流水线并行结构在延迟方面具备天然优势。

CPU、GPU、FPGA、ASIC应用于计算密集型任务数量级比较

体系结构	数据吞吐量	时延	功耗	灵活性
CPU	1Tops/W	微秒级别	100W	极高
GPU	10Tops/W	1毫秒	300W	高
FPGA（Stratix V）	1Tops/W	1微秒	30W	较高
FPGA（Stratix 10）	10Tops/W	1微秒	30W	较高
ASIC	10Tops/W	1微秒	30W	低



400-072-5588

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片技术分析（2/7）

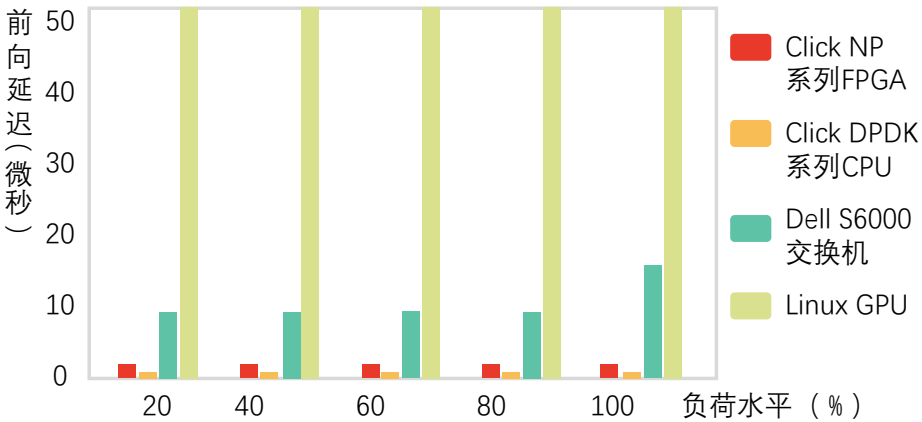
通信任务：FPGA用于处理通信密集型任务不受网卡限制，在数据包吞吐量、时延方面表现优于CPU方案，时延稳定性较强

- 通信密集型任务：
对称加密、防火墙、网络虚拟化等运算属于通信密集型计算任务，通信密集数据处理相对计算密集数据处理复杂度较低，易受通信硬件设备限制。
- FPGA执行通信密集型任务优势：
 - ① 吞吐量优势：
CPU方案处理通信密集任务需通过网卡接收数据，易受网卡性能限制（线速处理64字节数据包网卡有限，CPU及主板PCIe网卡插槽数量有限）。GPU方案（高计算性能）处理通信密集任务数据包缺乏网口，需依靠网卡收集数据包，数据吞吐量受CPU及网卡限制，时延较长。FPGA可接入40Gbps、100Gbps网线，并以线速处理各类数据包，可降低网卡、交换机配置成本。
 - ② 时延优势：
CPU方案通过网卡收集数据包，并将计算结果发送至网卡。受网卡性能限制，DPDK数据包处理框架下，CPU处理通信密集任务时延近5微秒，且CPU时延稳定性较弱，高负载情况下时延或超过几十微秒，造成任务调度不确定性。FPGA无需指令，可保证稳定、极低时延，FPGA协同CPU异构模式可拓展FPGA方案在复杂端设备的应用。

CPU、GPU、FPGA、ASIC应用于通信密集型任务数量级比较

体系结构	数据吞吐量	时延	功耗	灵活性
CPU	200Mbps	10微秒	100W	极高
GPU	200Mbps	1毫秒	300W	高
FPGA（Stratix V）	200Mbps	1微秒	30W	较高
FPGA（Stratix 10）	200Mbps	1微秒	30W	较高
ASIC	1Gbps	1微秒	100W	低

CPU、GPU、FPGA、交换机应用于计算密集型任务时延稳定性



来源：半导体行业联盟，头豹研究院编辑整理

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片技术分析（3/7）

部署方式：FPGA部署包括集群式、分布式等，逐渐从中心化过渡至分布式，不同部署方式下，服务器沟通效率、故障传导效应表现各异

➤ **FPGA嵌入功耗负担**：FPGA嵌入对服务器整体功耗影响较小，以Catapult联手微软开展的FPGA加速机器翻译项目为例，加速模块整体总计算能力达到**103Tops/W**，与**10万块GPU**计算能力相当。相对而言，嵌入单块FPGA导致服务器整体功耗增加约**30W**。

➤ **FPGA部署方式特点及限制**：

① **集群部署特点及限制**：FPGA芯片构成专用集群，形成FPGA加速卡构成的超级计算机（如Virtex系列早期实验板于同一硅片部署**6块**FPGA，单位服务器搭载**4块**实验板）。

- 专用集群模式无法在不同机器FPGA之间实现通信；
- 数据中心其他机器需集中发送任务至FPGA集群，易造成网络延迟；
- 单点故障导致数据中心整体加速能力受限

② **网线连接分布部署**：为保证数据中心服务器同构性（ASIC解决方案亦无法满足），该部署方案于不同服务器嵌入FPGA，并**通过专用网络连接**，可解决单点故障传导、网络延迟等问题。

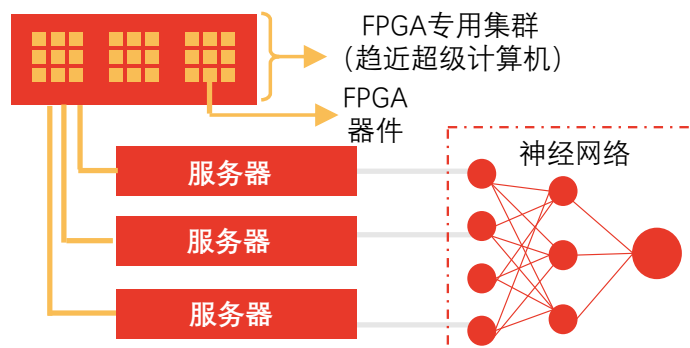
- 类同于集群部署模式，该模式不支持不同机器FPGA间通信；
- 搭载FPGA芯片的服务器具备高度定制化特点，运维成本较高

③ **共享服务器网络部署**：该部署模式下，**FPGA置于网卡、交换机间**，可大幅提高加速网络功能并实现存储虚拟化。

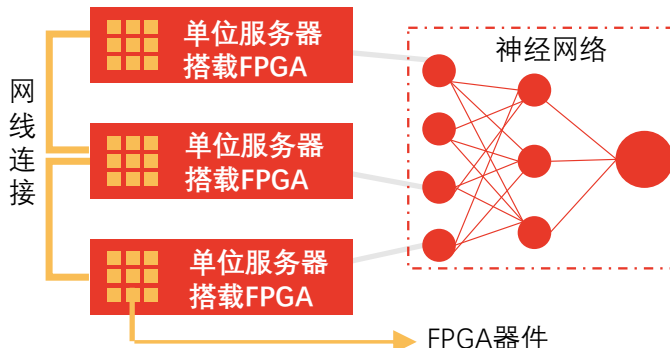
FPGA针对每台虚拟机设置虚拟网卡，虚拟交换机数据平面功能移动至FPGA内，无需CPU或物理网卡参与网络数据包收发过程。

该方案显著提升虚拟机网络性能（**25Gbps**），同时可降低数据传输网络延迟（**10倍**）。

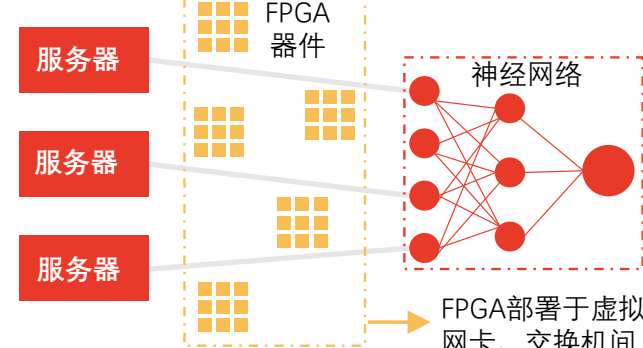
FPGA专用集群部署结构



FPGA网线连接分布部署结构



FPGA共享服务器网络部署结构



来源：架构师技术联盟，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

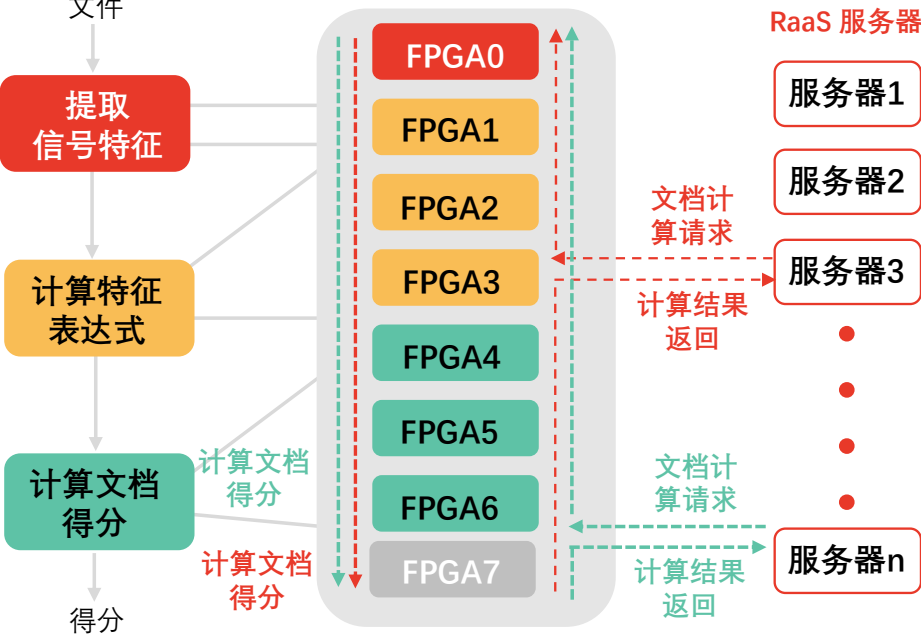
中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片技术分析（4/7）

共享部署：分享服务器网络部署模式下，FPGA加速器有助于降低数据传输时延，维护数据中心时延稳定，显著提升虚拟机网络性能

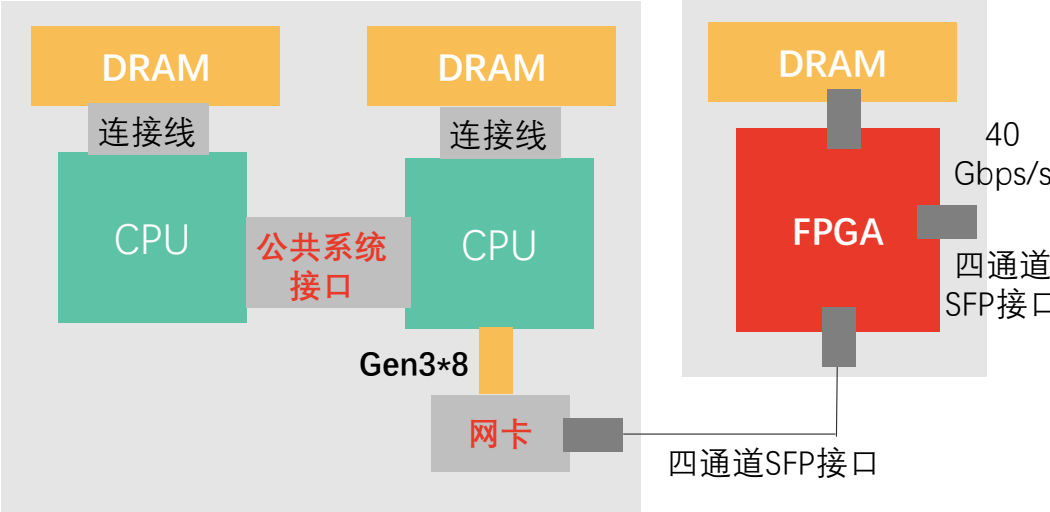
➤ 分享服务器网络部署模式下FPGA加速Bing搜索排序：Bing搜索排序于该模式下采用**10Gbps**专用网线通信，每组网络由**8个**FPGA组成。其中，部分负责**提取信号特征**，部分负责**计算特征表达式**，部分负责**计算文档得分**，最终形成机器人即服务（RaaS）平台。FPGA加速方案下，Bing搜索时延大幅降低，延迟稳定性呈现正态分布。该部署模式下，远程FPGA通信延迟相对搜索延迟可忽略。

➤ Azure服务器部署FPGA模式：Azure针对网络及存储虚拟化成本较高等问题采取FPGA分享服务器网络部署模式。随网络计算速度达到**40Gbps**，网络及存储虚拟化CPU成本激增（单位CPU核仅可处理**100Mbps**吞吐量）。通过在网卡及交换机间部署FPGA，网络连接扩展至整个数据中心。通过轻量级传输层，同一服务器机架时延可控制在**3微秒**内，触达同数据中心全部FPGA机架时延可控制在**20微秒**内。

FPGA加速Bing搜索排序部署模式



Azure服务器部署FPGA模式



来源：架构师技术联盟，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片技术分析（5/7）

加速层：依托高带宽、低时延优势，FPGA可组成网络交换层与服务器软件之间的数据中心加速层，并随分布式加速器规模扩大实现性能超线性提升

➤ 数据中心加速层：

FPGA嵌入数据中心加速平面，位于网络交换层（支架层、第一层、第二层）及传统服务器软件（CPU层面运行软件）之间。

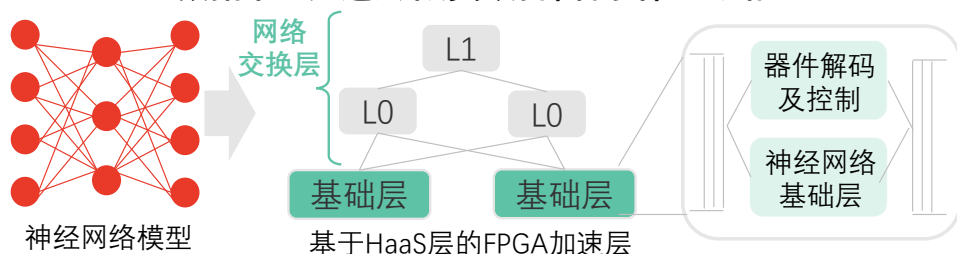
➤ 加速层优势：

- FPGA加速层负责为每台服务器（提供云服务）提供网络加速、存储虚拟化加速支撑，加速层剩余资源可用于深度神经网络（DNN）等计算任务。
- 随分布式网络模式下FPGA加速器规模扩大，虚拟网络性能提升呈现超线性特征。

➤ 加速层性能提升原理：

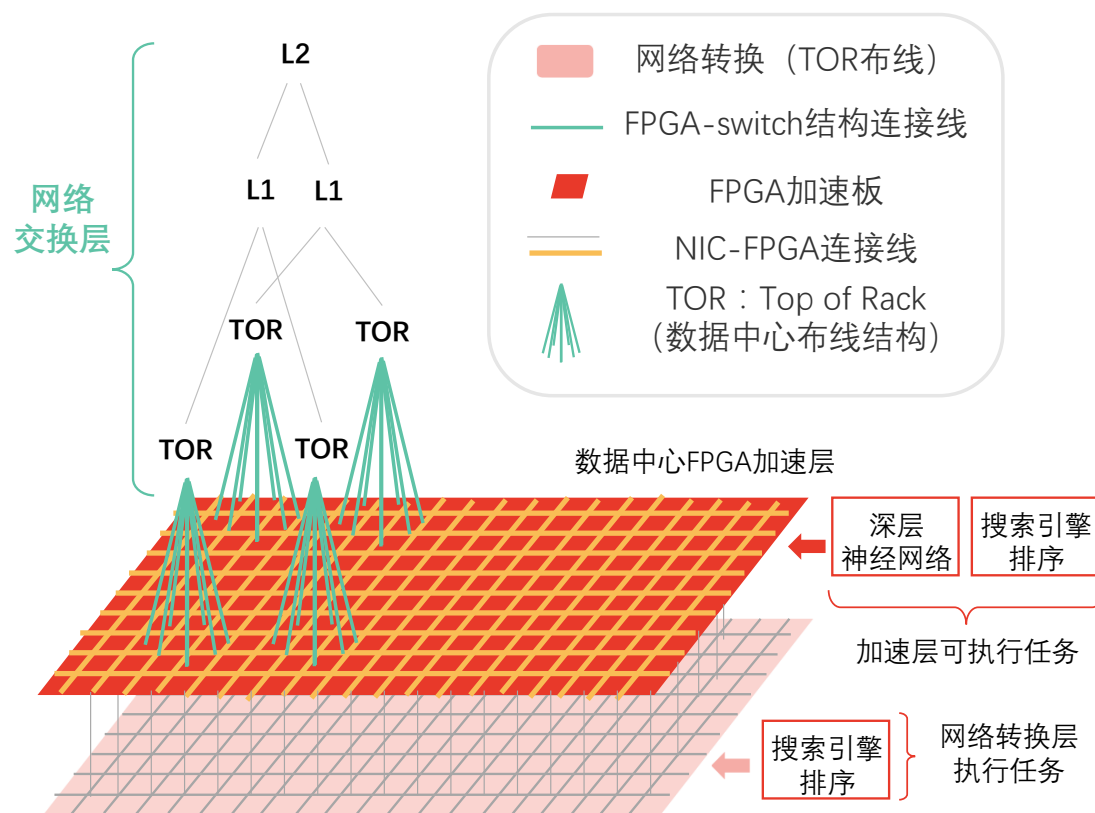
使用单块FPGA时，单片硅片内存不足以支撑全模型计算任务，需持续访问DRAM以获取权重，受制于DRAM性能。加速层通过数量众多的FPGA支撑虚拟网络模型单层或单层部分计算任务。该模式下，硅片内存完整加载模型权重，可突破DRAM性能瓶颈，FPGA计算性能得到充分发挥。加速层需避免计算任务过度拆分而导致计算、通信失衡。

数据中心加速层剩余资源部署于神经网络



来源：半导体行业联盟，头豹研究院编辑整理

FPGA构成数据中心加速层（网络交换层与服务器软件之间）



400-072-5588

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片技术分析（6/7）

eFPGA：嵌入式eFPGA技术在性能、成本、功耗、盈利能力等方面优于传统FPGA嵌入方案，可针对不同应用场景、不同细分市场的需求提供灵活解决方案

eFPGA技术驱动因素：

设计复杂度提升伴随设备成本下降的经济趋势促发市场对eFPGA技术需求。

- **器件设计复杂度提升**：SoC设计实现过程相关软件工具趋于复杂（如Imagination Technologies为满足客户完整开发解决方案需求而提供PowerVR图形界面、Eclipse整合开发环境），工程耗时增加（编译时间、综合时间、映射时间，FPGA规模越大，编译时间越长）、制模成本提高（FPGA芯片成本为同规格ASIC芯片成本**100倍**）。
- **设备单位功能成本持续下降**：20世纪末期，FPGA平均售价较高（**超1,000元**），传统模式下，FPGA与ASIC集成设计导致ASIC芯片管芯面积、尺寸增大，复杂度提升，早期混合设备成本较高。21世纪，相对批量生产的混合设备，FPGA更多应用于原型设计、预生产设计，成本相对传统集成持续下降（最低**约100元**），应用灵活。

eFPGA技术优势：

- **更优质**：eFPGA IP核及其他功能模块的SoC设计**相对传统FPGA嵌入ASIC解决方案**，在功耗、性能、体积、成本等方面表现更优。
- **更方便**：下游应用市场需求更迭速度快，**eFPGA可重新编程特性**有助于设计工程师**更新SoC**，产品可更长久占有市场，利润、收入、盈利能力同时大幅提升。eFPGA方案下SoC可实现高效运行，一方面迅速更新升级以支持新接口标准，另一方面可快速接入新功能以应对细分化市场需求。
- **更节能**：SoC设计嵌入eFPGA技术可在**提高总性能的同时降低总功耗**。利用eFPGA技术可重新编程特性，工程师可基于硬件，针对特定问题对解决方案进行重新配置，进而提高设计性能、降低功耗。



来源：半导体行业联盟，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业综述——FPGA芯片技术分析（7/7）

云计算：FPGA技术无需依靠指令、无需共享内存，在云计算网络互连系统中提供低延迟流式通信功能，可广泛满足虚拟机之间、进程之间加速需求

➤ FPGA云计算任务执行流程：

主流数据中心以FPGA为计算密集型任务加速卡，赛灵思及阿尔特拉推出基于OpenCL的高层次编程模型，模型依托CPU触达DRAM，向FPGA传输任务，通知执行，FPGA完成计算并将执行结果传输至DRAM，最终传输至CPU。

➤ FPGA云计算性能升级空间：

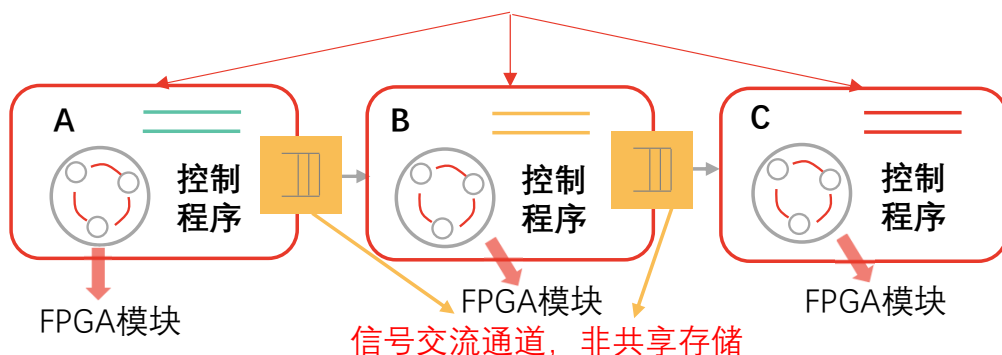
受限于工程实现能力，当前数据中心FPGA与CPU之间通信多以DRAM为中介，通过烧写DRAM、启动kernel、读取DRAM的流程完成通信（FPGA DRAM相对CPU DRAM数据传输速度较慢），时延近**2毫秒**（OpenCL、多个kernel间共享内存）。CPU与FPGA间通信时延存在升级空间，可借助PCIe DMA实现高效直接通信，时延最低可降至**1微秒**。

➤ FPGA云计算通信调度新型模式：

新通信模式下，FPGA与CPU无需依托共享内存结构，可通过管道实现智行单元、主机软件之间的高速通信。

云计算数据中心任务较为单一，重复性强，主要包括**虚拟平台网络构建和存储**（通信任务）以及**机器学习、对称及非对称加密解密**（计算任务），算法较为复杂。新型调度模式下，CPU计算任务趋于碎片化，远期云平台计算中心或以FPGA为主，并通过FPGA将复杂计算任务卸载至CPU（区别于传统模式下CPU卸载任务至FPGA的模式）。

Click NP（FPGA）应用于云计算（数据经过交流通道）



Click NP（FPGA）应用于云计算（通道连接CPU、FPGA）



来源：架构师技术联盟，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业综述——全球FPGA大厂竞争

全球FPGA芯片市场竞争高度集中，头部厂商占领“制空权”，新入局企业通过产品创新为行业发展提供动能，智能化市场需求或将FPGA技术推向主流

- ◆全球FPGA市场由四大巨头Xilinx赛灵思，Intel英特尔（收购阿尔特拉）、Lattice莱迪思、Microsemi美高森美垄断，四大厂商垄断**9,000余项**专利技术，把握行业“制空权”。
- ◆截至2018年底，全球范围FPGA市场规模由赛灵思占据首位（**49%**），英特尔（阿尔特拉）占比超**30%**，Lattice及Microsemi占据全球市场规模均超**5%**。相对而言，中国厂商整体仅占全球FPGA市场份额不足**3%**。
- ◆FPGA芯片行业形成以来，全球范围约有超**70家**企业参与竞争，新创企业层出不穷（如Achronix Semiconductor、MathStar等）。**产品创新为行业发展提供动能**，除传统可编程逻辑装置（**纯数字逻辑性质**），新型可编程逻辑装置（**混讯性质、模拟性质**）创新速度加快，具体如Cypress Semiconductor 研发具有可组态性混讯电路PSoC（Programmable System on Chip），再如Actel推出Fusion（可程序化混讯芯片）。此外，部分新创企业推出现场可编程模拟数组FPAA（Field Programmable Analog Array）等。
- ◆随智能化市场需求变化演进，高度定制化芯片（SoC ASIC）因非重复投资规模大、研发周期长等特点导致市场风险剧增。相对而言，FPGA在并行计算任务领域具备优势，在高性能、多通道领域可以代替部分ASIC。**人工智能领域多通道计算任务需求推动FPGA技术向主流演进。**
- ◆基于FPGA芯片在批量较小（流片**5万片**为界限）、多通道计算专用设备（雷达、航天设备）领域的优势，下游部分应用市场以FPGA取代ASIC应用方案。

全球大厂2017年及2018年FPGA市场占有率及业务营收增长率

供应商	2017年 市场占比	2018年 市场占比	2017至2018年 FPGA营收增长
赛灵思	约50%	约49%	5.8%
英特尔	约37%	约36%	6.9%
Microsemi	约6%	约6%	-1.3%
莱迪思	约3%	约5%	13.2%
Quicklogic	约2%	约2%	-35.1%
其他	约2%	约2%	2.6%

来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

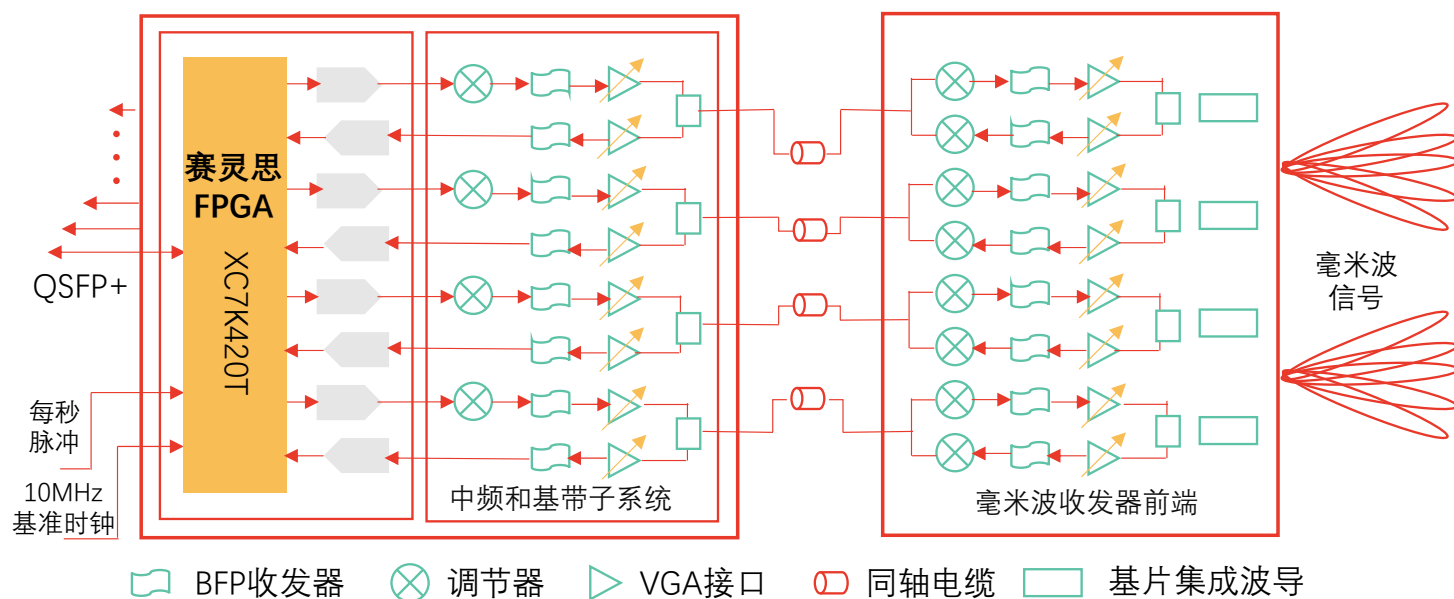
www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业驱动因素——5G通信体系建设提高FPGA芯片需求

通信场景是FPGA芯片在产业链下游应用最广泛的场景（占比约40%），随5G通信技术发展、硬件设备升级（基站天线收发器创新），FPGA面临强劲市场需求驱动

5G通信规模化商用在即，推动FPGA芯片用量提升、价格提升空间释放

64通道毫米波5G MIMO基站全DBF收发器结构简图



➤ 新型基站天线收发器采用FPGA芯片

5G时期Massive MIMO基站技术条件下，基站收发通道数量从16T16R（双模解决方案）提升至最高128T128R，可采用FPGA芯片实现多通道信号波束成形。如64通道毫米波MIMO全DBF收发器中频和基带子系统采用赛灵思Kintex-7系列FPGA。中频和基带子系统叠加实现通用无线接入功能。

来源：IEEE官网，头豹研究院编辑整理

在FPGA芯片行业内有10年以上产品开发、算法研究经验的行业专家表示，FPGA相对CPU、GPU在功耗及计算速度方面具备优势，通信设备企业将加大FPGA器件在基站天线收发器等核心设备中的应用（如头部移动通信设备厂商京信通信于新型收发器产品嵌入FPGA芯片）。

➤ 全球FPGA通信市场快速增长

截至2018年底，全球FPGA通信市场占据应用市场整体近45%。2020年至2025年，全球FPGA通信市场规模年复合增长率预计近10%。

➤ 5G基础设施将以FPGA器件为核心组件
5G通信市场增长具备确定性。相关基础设施（机房、宏站、微站等）渗透物联网、边缘计算等多元领域，5G基建项目以FPGA为核心零部件，推动FPGA价格上升空间释放。

- 未来10年，小基站数量或超10,000座，基站数量带动FPGA器件用量提升。
- 5G MIMO基站面临数据高并发处理需求，单个基站FPGA用量整体提高（从4G时期2至3块增加至5G时期4至5块）。
- 现阶段基站用FPGA均价处于100元以内，技术复杂度提高等因素推动价格走高（>100元）。



400-072-5588

中国FPGA芯片行业驱动因素——自动驾驶规模化商用提升量产需求

自动驾驶领域ADAS系统、传感器系统、车内通信系统、娱乐信息系统等板块对FPGA芯片产品产生增量需求，全球头部FPGA厂商积极布局自动驾驶赛道

赛灵思出产FPGA芯片应用于汽车领域车型数量提高



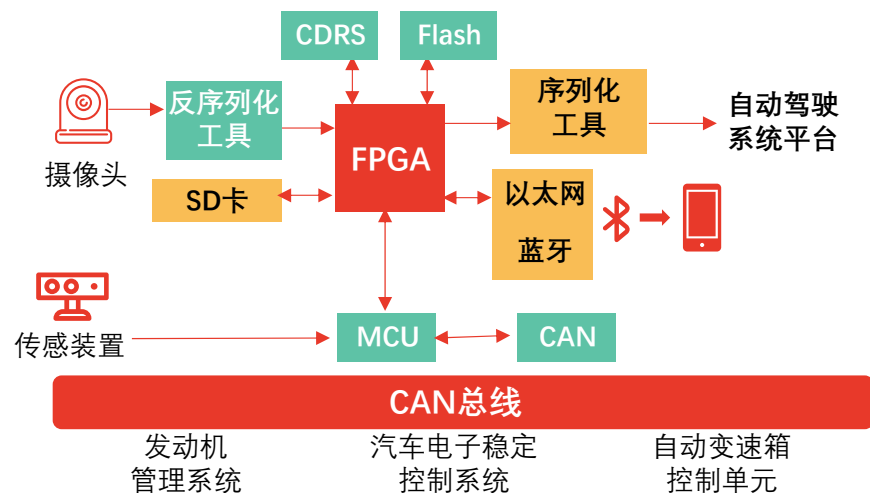
➤ FPGA在自动驾驶系统领域应用覆盖面广

FPGA芯片在自动驾驶领域可应用于ADAS系统、激光雷达、自动泊车系统、马达控制、车内娱乐信息系统、驾驶员信息系统等板块，应用面广泛。具体可以魔视智能自动泊车系统为例，该系统将FPGA芯片接入车内网CAN总线，连接蓝牙、SD卡等通信组件，并通过MCU等与摄像头、传感器装置连接。FPGA大厂赛灵思积极布局ADAS领域。远期ADAS系统更趋复杂（包括前视摄像头、驾驶监视摄像头、全景摄像头、近程雷达、远程激光雷达等），推动FPGA用量空间增大。2025年，自动驾驶进入规模化商用阶段，将持续推动FPGA与汽车电子、车载软件系统的融合。

➤ FPGA巨头看好自动驾驶赛道

截至2018年底，全球汽车半导体行业市场规模接近**400亿美元**，其中，FPGA应用于汽车半导体领域市场仅占约**2.5%**。自动驾驶系统对车载芯片提出更高要求，主控芯片需求从传统GPU拓展至ASIC、FPGA等芯片类型。现阶段，FPGA芯片在**车载摄像头、传感器**等硬件设备中的应用趋于成熟。此外，得益于编程灵活性，FPGA芯片在**激光雷达**领域应用广泛。自动驾驶汽车高度依赖传感器、摄像头等硬件设备及车内网等软件系统，对FPGA芯片数量需求显著。头部FPGA厂商（如赛灵思）抢占智能驾驶赛道，逐步加大与车企及车联网企业的合作，截至2018年底，赛灵思FPGA方案嵌入车型拓展至**111种**。

基于FPGA方案魔视智能自动泊车（APA）系统结构图



来源：赛灵思官网，魔视智能官网，头豹研究院编辑整理



400-072-5588

©2020 LeadLeo

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业制约因素——FPGA设计人才团队实力匮乏

FPGA芯片设计领域门槛高（高于CPU、存储器、DSP），中国本土厂商起步晚，处于产业生态建设初期阶段，在人才资源储备方面基础薄弱

相对国际市场，中国FPGA芯片设计人才储备不足

➤ 中国FPGA领域人才储备约为美国相应人才储备1/10

根据中国国际人才交流基金会等机构发布的《中国集成电路产业人才白皮书》显示，截至2018年底，中国集成电路产业存量人才约40万人，该产业人才需求约于2020年突破70万人，存在约30万人以上人才缺口。在FPGA板块，美国头部厂商Intel、赛灵思、Lattice等及高校和研究机构相关人才近万人，相对而言，中国FPGA设计研发人才匮乏，头部厂商如紫光同创、高云半导体、安路科技等研发人员储备平均不足200人，产业整体人才团队不足千人，成为制约中国FPGA芯片行业技术发展、产品升级的核心因素。

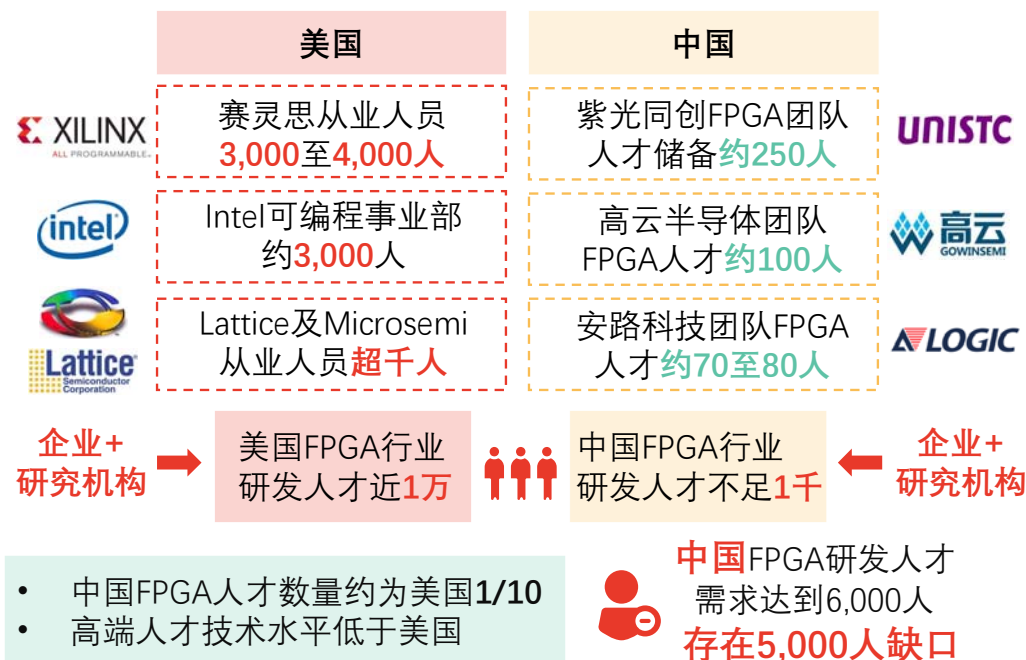
➤ 行业发展起步晚，产学研联动缺失

中国FPGA行业于2000年起步，美国则具备自20世纪80年代研发起步的背景。2010年，中国FPGA芯片实现量产。美国高校与芯片厂商联动紧密，将大量技术输送给企业，相较而言，中国企业缺乏与高校等研究机构合作经验，产学研联动不足，行业现有核心人才多从海外引进。

➤ 研发实力匮乏制约企业成长

全球头部FPGA厂商依托专利技术积累及人才培养，以及早于中国企业20年的发展经历，在全球范围牢固占据第一梯队阵营。FPGA行业进入门槛高，中国头部企业较难取得后发优势。现阶段，赛灵思已进入7纳米工艺亿门级高端FPGA产品研发阶段，中国头部厂商如紫光同创、高云半导体等启动28纳米工艺千万门级（7,000万）中高密度FPGA研发工作，与全球顶尖水平相差约2代至3代，亟需人才资源支持。

美国与中国FPGA芯片研发领域人才力量储备对比，2018年



来源：《中国集成电路产业人才白皮书》，头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

31

中国FPGA芯片行业政策法规——政策分析

为进一步引导FPGA行业有序发展，凸显集成电路产业战略地位，国家政策部门整合行业、市场、用户资源，为中国集成电路企业向国际第一梯队目标发展打造政策基础

“十二五”以来，国家强调集成电路产业作为先导性产业的地位，更加重视芯片科技发展对工业制造转型升级和信息技术发展的推动力。国家从市场
需求、供给、产业链结构、价值链等层面出发，出台多项利好政策。

顶层战略：“国际第一梯队集成电路产业群战略地位”-2014年国务院发布《国家集成电路产业发展推进纲要》

第一步 2020年	中国集成电路产业与国际先进水平的差距逐步缩小，全行业销售收入年均增速超过20%	第二步 2030年	中国集成电路产业链主要环节达到国际先进水平，一批企业进入国际第一梯队，实现跨越式发展
--------------	---	--------------	--

政策名称	颁布日期	颁布主体	政策要点
《关于优化科研管理提升科研绩效若干措施的通知》	2018-07	国务院	对实验设备依赖程度低和实验材料耗费少的基础研究、软件开发、集成电路设计等智力密集型项目，提高间接经费比例，500万元以下的部分为不超过30%，500万元至1,000万元的部分为不超过25%，1,000万元以上部分为不超过20%
《国务院关于落实“政府工作报告”重点工作部门分工的意见》	2018-04	国务院	提出推动集成电路、第五代移动通信、飞机发动机、新能源汽车、新材料等产业发展，实施重大短板装备专项工程，推进智能制造，发展工业互联网平台，创建“中国制造2025”示范区
《国家高新技术产业开发区“十三五”发展规划》	2017-04	科技部	优化产业结构，推进集成电路及专用装备关键核心技术突破和应用
《“十三五”国家信息化规划》	2016-12	国务院	将集成电路作为“新一代信息技术产业”，纳入大力推动突破发展的重点领域，着力提升集成电路设计水平，掌握高密度封装及三维微组装技术
《装备制造业标准化和质量提升规划》	2016-08	质检总局、国家标准委、工信部	加快完善集成电路标准体系，推进高密度封装、三维微组装、处理器、高端通信网络等领域集成电路重大创新技术标准修订，开展集成电路设计平台、IP核等方面的标准研究
《关于软件和集成电路产业企业所得税优惠政策有关问题的通知》	2016-05	国家发改委、财政部、工信部	明确了在集成电路企业的税收优惠资格认定等非行政许可审批取消后，规定集成电路设计企业可享受《关于进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展企业所得税政策的通知》有关企业所得税减免政策需要的条件，再次从税收政策上支持集成电路设计行业的发展
《中国制造2025》	2015-05	国务院	将集成电路作为“新一代信息技术产业”，纳入大力推动突破发展的重点领域，着力提升集成电路设计水平，掌握高密度封装及三维微组装技术

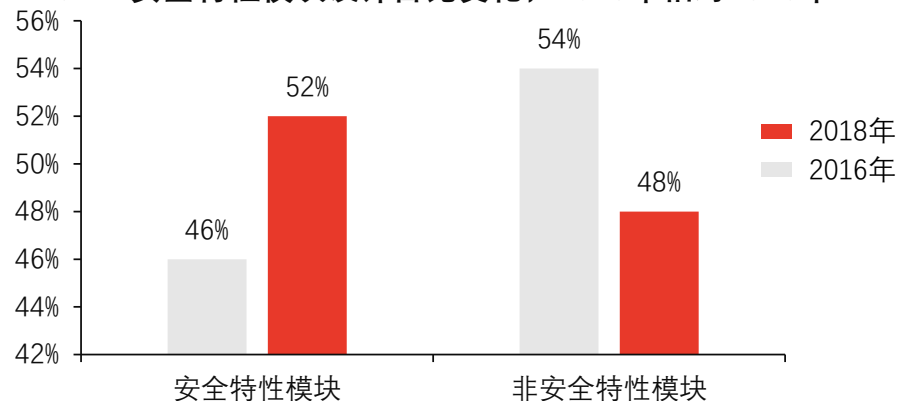
来源：头豹研究院编辑整理

中国FPGA芯片行业发展趋势——FPGA芯片设计复杂度持续提高

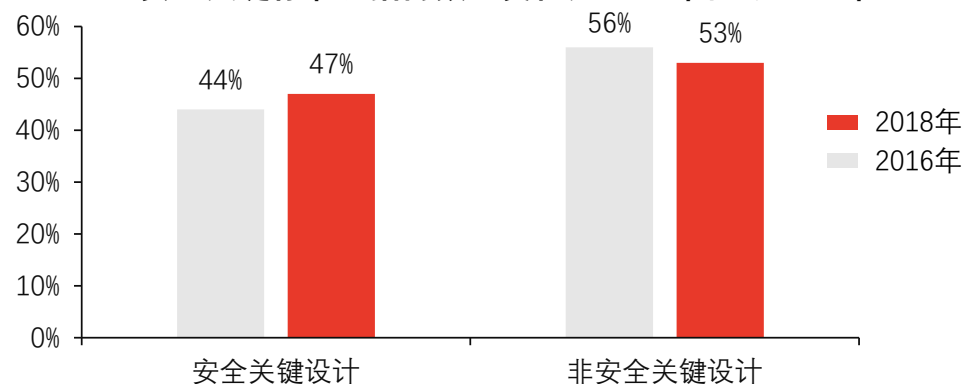
2016至2018年，全球FPGA研发领域高性能、高安全性可编程芯片设计项目比重提高，FPGA设计复杂度日趋提升，具体可以安全特性设计增加为例

安全特性需求增加，高性能FPGA芯片设计复杂度提高

FPGA：安全特性模块设计占比变化，2018年相对2016年



FPGA：安全关键标准、指南数量变化，2018年相对2016年



➤ 安全关键标准、指南增加

安全特性需求增加可以安全关键标准、指南增加为表现。2016年及历史FPGA开发项目多基于一个安全关键标准进行，2018年及以后，更多FPGA研发项目以**一个或多个安全关键标准、指南**进行开发。

➤ 其他设计项目提高芯片验证复杂性

① 嵌入式处理器核心数量增加：

相对2016年，2018年更多FPGA设计趋向SoC类（SoC-class）设计。2018年，超过**40%**FPGA设计包含**2个或2个以上**嵌入式处理器，接近**15%**FPGA设计包含**4个或以上**嵌入式处理器，SoC类设计增加验证流程复杂性。

② 异步时钟域数量增加：

2018年，约**90%**FPGA设计项目包含**2个或以上**异步时钟域，多个异步时钟域验证需求增加验证工作量（验证模型趋于复杂，代码异常增加）。

来源：Wilson Research Group and Mentor，头豹研究院编辑整理

➤ 安全保证硬件模块设计项目增加

安全保证硬件模块设计多用于**加密密钥、数字权限管理密钥、密码、生物识别参考数据**等领域。相对2016年，2018年全球FPGA安全特性模块设计项目占比显著增加（**增幅超5%**）。安全特性提升增加设计验证需求及验证复杂度。



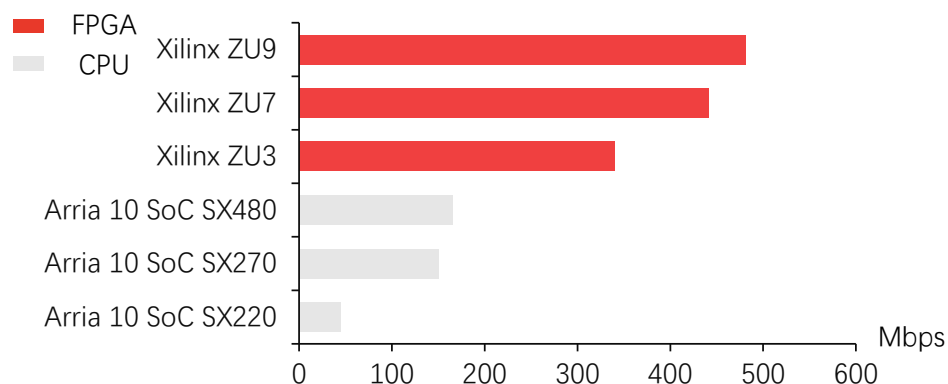
400-072-5588

中国FPGA芯片行业发展趋势——广泛应用于机器学习强化项目

医学诊断、工业视觉等领域对机器学习需求增强，且面临神经网络演化带来的挑战。相对CPU、GPU，FPGA技术更适应非固定、非标准设计平台，与机器学习融合度加深

FPGA芯片更适用于非固定、非标准机器学习演化环境

FPGA、CPU应用于深度学习/ 计算机视觉领域每秒算力，2018年



企业采取新架构（视觉数据传输至FPGA加速边缘服务器集群）

FPGA对流处理进行优化

FPGA方案可针对视频分析、深度学习推理进行流处理（大数据处理手段技术之一）优化。基于灵活可编程特点，FPGA方案可满足重新配置需求，适用于**库存管理、欺诈控制、面部识别**等普通模型以及**跟踪、自然语言交互、情感检测**等复杂模型。

初创企业积极采取FPGA方案

初创企业如Megh Computing、PointR.ai等积极采用FPGA方案建立新型视频数据处理架构，发挥紧凑、低功耗计算模块优势。

FPGA在机器学习领域表现优越

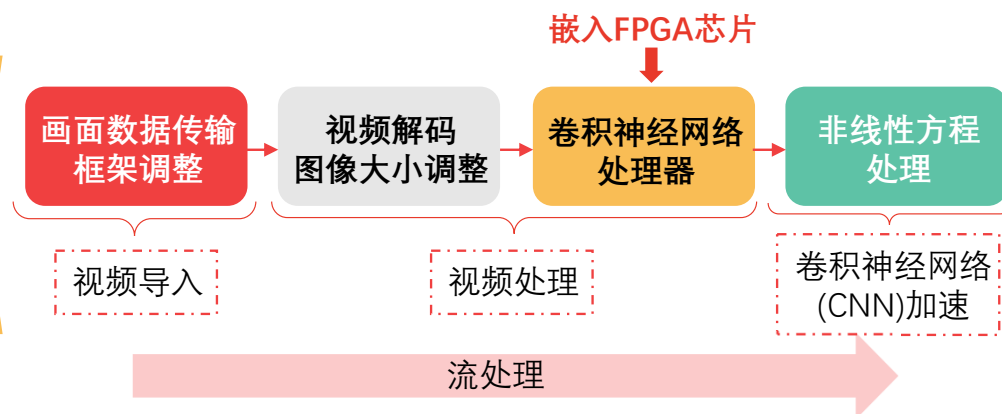
性能对比可参考赛灵思公开测试结果

针对GPU、FPGA在机器学习领域的性能表现，赛灵思曾公布reVISION系列FPGA芯片与英伟达Tegra X1系列GPU芯片基准对比结果。数据显示，FPGA方案在**单位功耗图像捕获速度**方面优于GPU方案**6倍**，在**计算机视觉处理帧速率**方面优于GPU方案**42倍**，同时，FPGA**时延**为GPU时延**1/5**。

赛灵思FPGA与Intel芯片能效对比

相对Intel Arria 10 SoC系列CPU器件，赛灵思FPGA器件可助力深度学习、计算机视觉运算效率提升**3倍至7倍**。

FPGA加速边缘服务器集群架构分析摄像头视频数据流程



来源：Wilson Research Group and Mentor，头豹研究院编辑整理



400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业竞争格局——竞争格局概述

中国FPGA芯片行业发展起步较晚，呈现蓝海市场特征，本土企业主攻中低密度市场，在高端“亿门阵列”级细分市场尚不具备与国际头部厂商竞争的實力

FPGA芯片行业主要参与企业



来源：头豹研究院编辑整理

◆ 国际竞争格局：

全球FPGA市场早期由美国两大巨头（赛灵思、阿尔特拉）高度垄断，经市场一系列并购行为及初创团队影响，国际市场第一梯队阵营扩容（包括赛灵思、Intel、Lattice、Microsemi、Achronix、Flexlogic、Quicklogic等）。



◆ 中国FPGA厂商：

中国FPGA芯片研发企业可以紫光同创、国微电子、成都华微电子、安路科技、智多晶、高云半导体、上海复旦微电子和京微齐力为例。

从产品角度分析，中国FPGA硬件性能指标相较赛灵思、Intel等差距较大。紫光同创是当前中国市场唯一具备自主知识产权千万门级高性能FPGA研发制造能力的企业。上海复旦微电子于2018年5月推出自主知识产权亿门级FPGA产品。中国FPGA企业紧跟大厂步伐，布局人工智能、自动驾驶等市场，打造高、中、低端完整产品线。

◆ 中国FPGA企业竞争突破口

现阶段中国FPGA厂商芯片设计软件、应用软件不统一，易在客户端造成资源浪费，头部厂商可带头集中产业链资源，提高行业整体竞争力。

中国FPGA芯片行业竞争格局——TOP10企业排名

中国FPGA芯片行业竞争主体包括研发类企业及应用解决方案供应商，随人工智能、物联网、5G技术速发展推动，中国FPGA厂商迎来市场切入最佳时期

◆中国FPGA厂商特点

FPGA芯片行业竞争高度集中，中国FPGA厂商多以**40nm、55nm**产品系列为主，在中国市场及全球市场竞争力尚不可与赛灵思、英特尔匹敌（制造工艺、规模容量、软件能力均处于劣势）。中国厂商亟需在高集中度市场中寻求突围路径。2017年，通信行业刚需加速FPGA芯片国产化进程，但中国厂商多采取“低价竞争”策略，无法实现良性、可持续竞争。

◆中国厂商突破竞争瓶颈可从两方面着手：

- FPGA制造工艺从**28nm**向**16nm**过度，并向国际领先水平**7nm**靠近，芯片逻辑单元规模从**500K**向**1M、2M**过度，远期可挑战3D芯片技术。
- 厂商可依托可测性设计、可靠性设计、高测试标准、量产管理突破质量瓶颈，采取“**技术+产品+管理**”策略取胜。

◆芯片开发企业

中国市场FPGA研发企业可以**京微齐力、复旦微电子、紫光同创、高云半导体、安路科技、智多晶**等为例。

◆应用解决方案企业

应用解决方案供应商具体可以**联捷科技、深维科技、傲睿智存**为例。

中国FPGA芯片行业TOP10企业排名

排名	企业名称	产品覆盖领域
1	紫光同创	通信网络、信息安全、人工智能、数据中心、工业物联网等
2	高云半导体	设计软件、IP核、参考设计、开发板、定制服务等
3	安路信息科技	新产品应用于通信、工控、显示、人工智能等领域
4	遨格芯微	异构技术应用于人工智能通用算力市场、物联网市场
5	复旦微电子	自研产品应用于卫星导航、载人航天等重大工程项目
6	智多晶	核心产品应用于LED驱动、高端医疗、智能仪表等领域
7	京微齐力	基于原有FPGA芯片，部署人工智能、异构平台、eFPGA领域
8	联捷科技	联合赛灵思开发CTAccel图像加速技术解决方案
	深维科技	面向数据中心、专用设备、军工航天类头部客户
	傲睿智存	云视频、游戏实况、主播直播视频加速，高速硬件编解码

来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



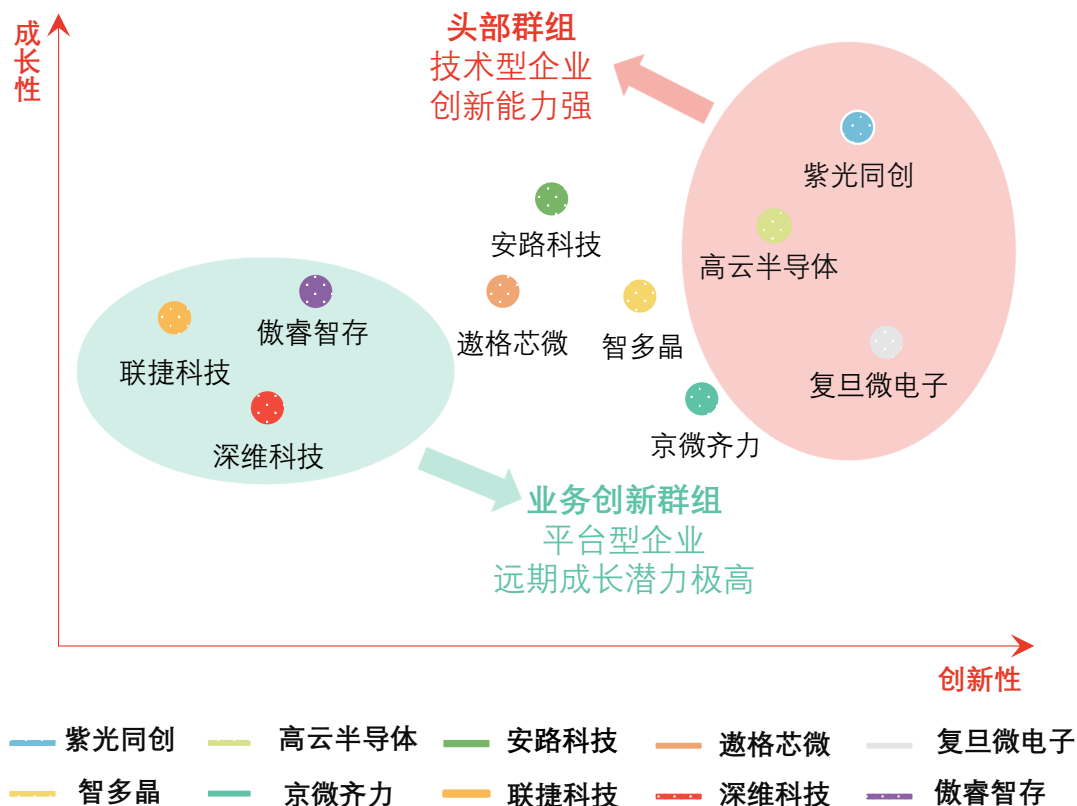
400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业竞争格局——TOP10企业特点

中国FPGA芯片行业TOP10企业逐步推进FPGA技术国产化进程，受制造能力、封测工艺、IP资源等因素影响，中国FPGA芯片企业技术创新实力亟待提升

中国FPGA芯片行业TOP10企业创新性及成长性对比



紫光同创：推出自主知识产权的大规模FPGA开发软件Pango Design Suite，可支持千万门级FPGA器件设计开发

高云半导体：推出中国首颗55nm嵌入式Flash SRAM非易失性FPGA芯片，实现可编程逻辑器件、嵌入式处理器无缝连接

安路科技：开展28nm、12nm千万门级、五千万门级FPGA、SoC FPGA研发工作，自主开发HDL描述至片上调试的完整系统

傲格芯微：推出中国首个通用FPGA产品系列，在软件及硬件引脚封装等方面保持较高相互兼容性，支持低中高端嵌入式应用和升级

复旦微电子：集成专用超高速串并转换模块、高灵活可配置模块、等适用亿门级FPGA应用的模块电路

智多晶：实现55nm、40nm工艺中密度FPGA量产，自主研发FPGA开发软件“HqFpga”，支持布局布线、时序分析、内逻辑分析等任务

京微齐力：采用40纳米工艺芯片应用于智能穿戴设备领域，具备100项以上FPGA专利及专有技术（国际专利）授权及二次开发权

联捷科技：研发基于CNN的图片分析技术，推出FPGA加速方案，可将基于神经网络的人脸识别速度提升两倍。

深维科技：侧重于FPGA AI应用开发，团队具备Cadence、IBM、中科院等大厂经验，产品工程能力占据优势

傲睿智存：提供新型FPGA视频转解码服务，无需更换、添加硬件即可支持深度学习应用直接开发

来源：头豹研究院编辑整理

©2020 LeadLeo



400-072-5588

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业投资企业推荐——安路科技（1/2）

安路科技目标市场包括高端、中端、低端下游客户，积极参与国际竞争，以差异化竞争为发展战略，以FPGA异构计算架构为重点研究方向之一

上海安路信息科技有限公司简介

上海安路信息科技有限公司（以下简称“安路科技”）于2011年11月在上海虹口区注册成立，是可编程逻辑器件、可编程系统级芯片、定制化嵌入式eFPGA IP、软件设计工具EDA以及创新系统解决方案供应商。

安路科技目标市场包括高端（PHOENIX系列）、中端（EAGLE系列）、低端（ELF系列），安路科技坚持**产品差异化、服务本地化、支持连续化、人才国际化战略**，积极参与国际竞争，争取国际FPGA市场份额。

安路科技融资情况，截至2019年12月

时间	2019-06	2017-05	2015-09	2015-04
轮次	D轮	C轮	B轮	A轮
融资金额	未披露	未披露	未披露	未披露
投资方	国家集成电路产业投资基金、深创投、中信资本、元禾厚望等	华大半导体、上海科创	士兰微、创维集团、士兰创投	中信资本

企业亮点：

➤ 差异化竞争

安路科技于2015年推出第一代FPGA AL3-10芯片，该器件性能优良、性价比超中国市面同类产品**50%**或以上，且出货量满足规模化商用需求，安路科技依托差异化优势于2016年获取工信部软件与集成电路促进中心“**最具投资价值公司**”奖项。2019年4月，安路科技推出ELF3代系列高性能FPGA产品及相应配套开发软件。安路科技在FPGA**核心架构、软件算法、系统集成**等方面具备多项技术专利。

➤ 紧跟大厂布局人工智能领域

现阶段，FPGA在云端应用已登录全球六大云服务中心，云中心多采用搭载FPGA加速器的异构计算机架构，**FPGA芯片成为人工智能算法加速迭代背景下快速验证解决方案**。针对人工智能计算市场需求，安路科技推出FPAiA系统计划，研发出**存储单元与计算单元深度融合的FPGA硬件架构**。可提供包括DNN算法优化、FPAiA硬件位流映射等功能在内的自动化AI协同设计系统。

六大云服务中心采用FPGA加速器架构

	Azure	2016年9月，微软将FPGA嵌入Azure服务器
	aws	2016年11月，亚马逊AWS搭载FPGA EC2 F1系列芯片
	腾讯云	2017年1月，腾讯云推出FPGA云服务器
	百度云	2017年7月，百度云推出FPGA云服务器
	华为云服务	2017年9月，华为云推出FPGA加速云服务器
	阿里云	2017年10月，阿里云部署FPGA云加速器F2

来源：安路科技官网，头豹研究院编辑整理

中国FPGA芯片行业投资企业推荐——安路科技（2/2）

2019年4月，安路科技推出ELF3系列高性能FPGA产品及相应配套开发软件。安路科技在FPGA软件算法、系统集成等方面具备多项技术专利

上海安路信息科技有限公司介绍 

安路科技代表产品示例

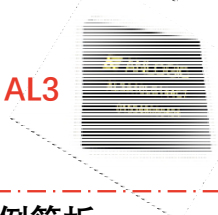
EAGLE系列



EG4

引脚兼容性强、具备替换性；用于工业、通信、显示驱动

封装	间距（毫米）	尺寸（毫米）
88LQFP	0.5	10*10
176LQFP	0.5	20*20
256fpBGA	1.0	17*17



AL3

具备丰富LUT、DSP、BRAM、高速差分输入输出资源

封装	间距（毫米）	尺寸（毫米）
88LQFP	0.5	10*10
144LQFP	0.5	20*20
256fpBGA	1.0	17*17

ELF系列



ELF3

定位通信、工业控制、服务器市场，最多可支持336个 I/O

封装	间距（毫米）	尺寸（毫米）
caBGA400	0.8	17*17
caBGA332	0.8	17*17
caBGA324	0.8	15*15



ELF2

内嵌MCU，采用55纳米低功耗工艺，用于视频采集、通信等领域

封装	间距（毫米）	尺寸（毫米）
42XWFN	0.35	4.2*4.2
48LQFP	0.5	10*10
100LQFP	0.5	14*14

案例简析：

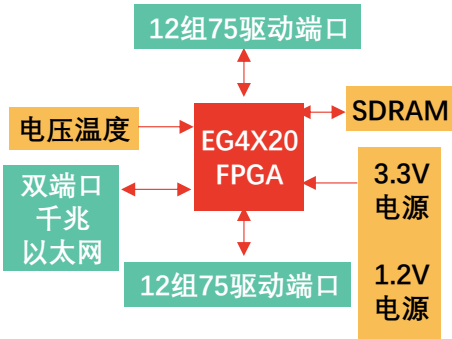
智能LED模组（采用安路EF2系列FPGA）

- LED屏幕显示亮度增强、色彩趋于鲜艳，多搭载FPGA芯片，LED屏幕主控芯片类似，传输接口类似，**FPGA芯片价格竞争激烈**。
- 安路科技EF2系列FPGA 芯片采用新架构，以低成本保证数据传输可靠性，应用于LED屏幕满足**屏幕控制、监控**等需求。
- 安路科技基于市场调研对EF2 FPGA芯片进行**二次优化**，将器件嵌入LED显示模组，在**降低数据传输EMI**的同时做到监控状态回传。
- 模组在结构上包括CPU、ADC、异步传输接口等，满足LED全需求。

LED控制系统（采用安路EG4系列FPGA）

- 应用于千兆以太网同步全彩LED控制系统。
- 最多可包括**187个**通用输入输出接口，无需引脚复用即可实现**24组**显示数据驱动。
- 仅需**3.3V、1.2V**两组电源。
- 系统可靠性、灵活性较高（支持双启动、多启动），用户可对系统在线升级。

FPGA嵌入LED控制系统



来源：安路科技官网，头豹研究院编辑整理

中国FPGA芯片行业投资企业推荐——智多晶（1/2）

智多晶微电子打造多元、系列化CPLD、FPGA业务，目标客户渗透民用安防、国防建设等多个领域，已实现55纳米、40纳米工艺中密度FPGA量产目标



西安智多晶微电子有限公司（以下简称“智多晶”）于2012年11月在西安市高新区注册成立，是研究可编程逻辑电路器件技术并进行研发生产的公司。智多晶在成都、深圳设立销售分部。智多晶主要提供可迅速可投入量产的系统集成解决方案，布局高性价比产品线。智多晶早期提供单一CPLD产品，逐步形成多元、系列化CPLD、FPGA产品线，为下游客户提供系统解决方案。

现阶段，智多晶芯片产品渗入民用安防、国防建设等多个领域。智多晶西安总部位于教学园区周边，另外受西安政府打造千亿级半导体产业集群目标带动，智多晶具备环境优势。

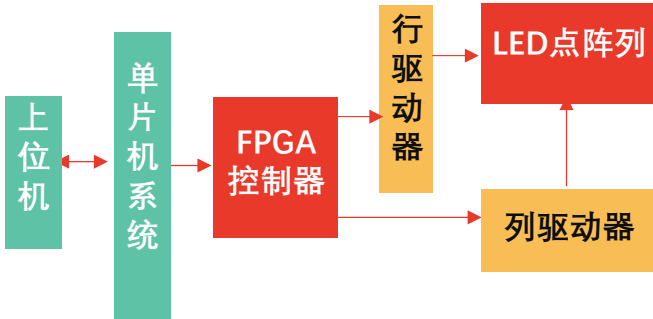
智多晶融资情况，截至2019年12月

时间	2019-09	2018-04
轮次	战略投资	A+轮
融资金额	227.7万人民币	数千万人民币
投资方	湖北小米长江产业基金合伙企业	鼎兴量子等

企业亮点：

- 创始团队具备丰厚知识体系、扎实实践经验
芯片设计复杂度较高，需研发人员具备庞大知识体系以及对技术、产品市场的融合视野。智多晶四位创始人资历丰厚，其中CPU专家Jim Keller曾于AMD领导设计Ryzen芯片，助力AMD扭转相对Intel的竞争劣势。创始人贾红是可编程逻辑器件版图设计和电路设计领域专家。Joanne是可编程逻辑器件结构、软件硬件接口、系统开发领域技术专家，曾主导境外高端可编程逻辑器件在高速数据流系统上的应用项目。
- 验证市场需求，推出针对性解决方案
截至2019年上半年，智多晶已实现**55纳米、40纳米**工艺中密度FPGA量产目标，并推出**内嵌Flash、SDRAM**等集成化方案的针对性产品。其中，55纳米海狮FPGA芯片在LED显示控制领域取得较好市场反馈。LED屏幕结构为分层组合，**海狮FPGA支持高速运算，可计算屏幕每个像素点上显示色值**，进而达到最佳图像显示效果。基于海狮系列产品优秀表现，中国LED龙头企业与智多晶签订**超千万元**订单合同。

FPGA支持LED点阵屏色值显示



来源：智多晶官网，头豹研究院编辑整理

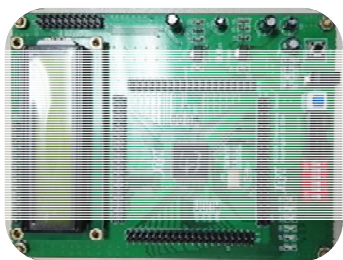
中国FPGA芯片行业投资企业推荐——智多晶（2/2）

智多晶产品体系由Seagull 1000 系列、Sealion 2000 系列、Sealion 2000T 系列、Seal 5000 系列、HqFpga 软件、图像加强系统等系列组成

西安智多晶微电子产品介绍

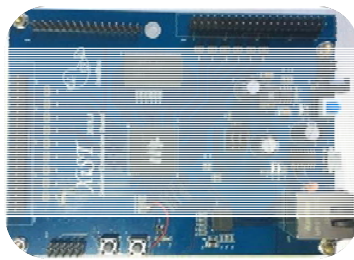


智多晶代表FPGA芯片产品及特性



➤ Seagull 1000 系列

- 设计方式：正向设计
- 采用**0.162um**生产工艺
- 装配低功耗嵌入式闪存（eFlash）存储单元
- 功耗敏感极低，静态电流可降至**1.0mA**
- 提供**64到256宏单元**阵列产品
- 差异化竞争点：**满足各类客制化CPLD构架**



➤ Sealion 2000 系列

- 设计方式：正向设计
- 芯片软件设计流程可对接ISE、Quartus网表
- 具备倍频、分频、相位转移等系统时钟功能

封装	间距（毫米）	尺寸（毫米）
E144	0.5	20*20
E176	0.4	20*20
F256	1.0	17*17
F324	1.0	19*19

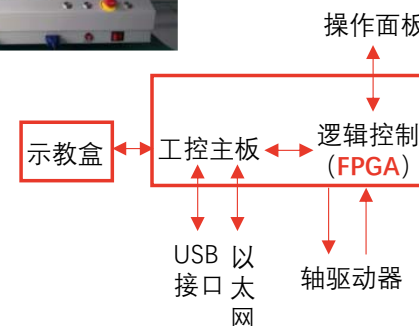


➤ Seal 5000 系列

- 通用输入输出端口支持高速存储器界面
- 应用场景：支持**商业与工业温度等级**
- 具备倍频、分频、相位转移等系统时钟功能
- 支持高速串行并行接口（SERDES）

案例简析：

FPGA应用于工业机器人ETHER CAT



- 支持**采集端到处理端**工业控制编程需求
- 图像处理应用可能性扩大，图像传输**实时性**得到提高
- 支持复杂算法，保证算力需求
- 在**大型生产线场景**提高机器人使用效率
- 低成本、高密度、高精度、高处理速度

来源：智多晶官网，头豹研究院编辑整理



400-072-5588

©2020 LeadLeo

www.leadleo.com

中国FPGA芯片行业投资企业推荐——高云半导体（1/2）

高云半导体主攻中低密度FPGA市场，在55纳米SRAM制造工艺方面具备成熟产能，开始稳步推进28纳米中低密度芯片产品研发项目



广东高云半导体科技股份有限公司（以下简称“高云半导体”）于2014年1月在广东省佛山市注册成立，是一家提供设计软件、IP核、参照设计、开发板、定制服务一体化完整解决方案的高科技企业。
高云半导体主攻**中低密度FPGA市场**。截至2019年上半年，高云半导体已开放自研EDA集成电路开发软件下载服务，版本更新至1.7.9版本。

高云半导体FPGA产品研发成果/销量，2015年至2019年上半年

时间	2015年一季度	2016年一季度	2017年1月	2018年10月	2018年全年	2019年1月
研发成果/销量	研发第一块产业化 55纳米 工艺 400万门 中密度FPGA芯片	研发中国首颗 55纳米 嵌入式基于“Flash+SRAM”技术的非易失性FPGA芯片	第一次小批量出货，年度整体销量达到 100万片	单月 FPGA芯片销量突破 120万片	全年销量突破 800万片 ，半导体客户近 400家	截至2019年1月，累计出货FPGA器件约 1,000万片

企业亮点：

➤ 践行高云方法论

高云半导体在FPGA芯片**产品定义、架构设计、市场开发**等方面积累超过10年经验，前期坚持以中低端FPGA领域为目标市场，稳步迈向高端市场。高云半导体已在**55纳米SRAM制造工艺**方面具备成熟产能，同款55纳米FPGA在同等密度器件中具备较多输入输出端口，并开始稳步推进**28纳米**中低密度芯片产品研发项目。

55纳米 ➡ 28纳米

来源：高云半导体官网，头豹研究院编辑整理

➤ 覆盖多元领域下游客户

截至2019年上半年，高云半导体FPGA产品渗透工业、车载、通信、家电、消费、IoT等领域，并推出自主研发的软件平台“云源软件”。支持**线上分析**（逻辑分析、静态时序分析、功耗分析）等在线功能，大幅降低用户产品研发时间成本、优化创新设计流程。

高云半导体产品渗透下游市场多元领域

● 量产成果

两大家族：
晨曦
小蜜蜂

4个系列

11颗芯片



400-072-5588

中国FPGA芯片行业投资企业推荐——高云半导体（2/2）

晨熙系列及小蜜蜂系列FPGA芯片为通信、工业、消费电子市场提供低功耗、高安全性、非易失性计算资源

产品及解决方案介绍



解决方案契合以太网、5G网络，延长客户产品生命周期。其中，“GoAI”加速平台相对传统微控制器性能提高**78倍**以上。

高云半导体产品及部分参数示例

晨熙系列芯片	设计参数			物理参数		
	器件名称	GW2A-18	GW2A-55	封装	间距（毫米）	尺寸（毫米）
	逻辑单元数量	20,736	54,720	LQ144	0.5	22*22
	寄存器数量	15,552	41,040	EQ144	0.5	22*22
	分布式静态随机存储器	41,472	109,440	QN88	0.4	10*10
	乘法器（18*18）	48	40	LQ176	0.4	22*22

晨熙系列芯片		设计参数			物理参数		
		器件名称	GW2A-18	GW2A-55	封装	间距（毫米）	尺寸（毫米）
		逻辑单元数量	20,736	54,720	LQ144	0.5	22*22
		寄存器数量	15,552	41,040	EQ144	0.5	22*22
		分布式静态随机存储器	41,472	109,440	QN88	0.4	10*10
		乘法器（18*18）	48	40	LQ176	0.4	22*22

小蜜蜂系列芯片	设计参数						
	器件名称	GW1A-1	GW1N-2	GW1N-4	GW1N-6	GW1N-9	GW1N-1S
	逻辑单元数量	1,152	2,304	4,608	6,912	8,640	1,152
	寄存器数量	864	1,728	345	5,184	6,480	864
	分布式静态随机存储器	0	0	0	13,824	17,280	0
	乘法器（18*18）	0	16	16	20	20	0

小蜜蜂系列芯片		设计参数						
		器件名称	GW1A-1	GW1N-2	GW1N-4	GW1N-6	GW1N-9	GW1N-1S
		逻辑单元数量	1,152	2,304	4,608	6,912	8,640	1,152
		寄存器数量	864	1,728	345	5,184	6,480	864
		分布式静态随机存储器	0	0	0	13,824	17,280	0
		乘法器（18*18）	0	16	16	20	20	0

案例简析：

- 超低功耗μSoC射频FPGA
- 集成蓝牙5.0低功耗无线电功能，最低功耗可降至**5nA**（**全芯片关闭功能实现**）。
 - 集成**32位**低功耗ARC处理器和低功耗蓝牙。
 - 可为传感器、摄像机等提供灵活输入输出方案。
 - 接入电源管理单元，支持各级功耗模式。引领FPGA在**边缘计算领域**的应用创新。

- 基于FPGA的AI解决方案
- 解决方案GoAITM针对边缘测试、AI解决方案部署。设计流程与**AI、神经网络开发框架**贴合，便于用户**再开发**。
 - 内嵌微控制器支持模型训练、量化及测试。
 - 将嵌入式处理器与FPGA加速器融合，**绕过神经网络模型对专用软件的需求**。

来源：高云半导体官网，头豹研究院编辑整理

专家观点——中国FPGA芯片行业价值投资方向

未来3至5年内，中国FPGA投资机会存在于应用平台（性质接近PaaS）、“FPGA+ASIC”架构集成等方面，架构集成领域或出现独角兽企业

◆应用方案层面存在高价值投资机会（平台型产品）——他山之石可攻玉

- 相对芯片研发业务，FPGA应用方案类产品开发周期短，应用场景需求持续拓展（视频加速、图像加速、云渲染、4K高清实时直播、云视频等）
- FPGA应用类产品性质接近PaaS平台，创业公司基于大厂既有AI数据中心包装用户端FPGA平台。**赛灵思、英特尔看好中国FPGA应用市场。**
- **FPGA应用平台投资案例（头部厂商投资战略可参考）：**

① 2018年底，**英特尔投资联捷科技**，投资额约**2,000万美元**。联捷科技自身不投入FPGA芯片开发，与阿里巴巴达成战略合作伙伴关系，基于阿里FPGA云端资源，提供针对电商企业等类型客户的应用解决方案。

产品模式：联捷科技基于阿里FPGA平台搭建FPGA图像加速处理应用平台Cticel，出售AI视频加速服务，客户购买加速通道，支付通道会员费。

投资回报预期：投资主体有望于2025年实现**300%至500%投资回报率**，以股权转让等形式完成回收。

② 2019年8月，全球头部企业**赛灵思投资傲睿智存**，提供基于FPGA的服务器的超高速存储服务。

产品模式：傲睿智存针对中国市场应用需求，基于赛灵思芯片级产品包装商用级产品，可提供基于视频、金融大数据、人工智能加速等应用的超高速存储服务。

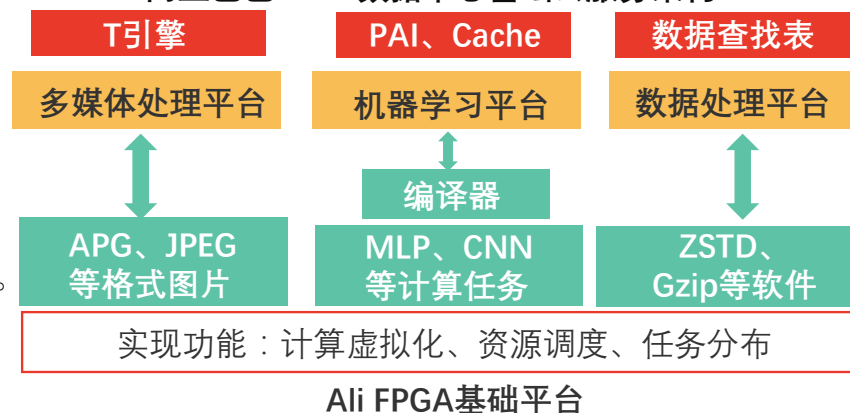
投资回报预期：投资主体有望于3年内实现超**300%的投资回报率**

◆芯片集成板块存在独角兽投资机会（芯片型产品）——升级版架构

- 当前边缘端计算加速解决方案多采取ASIC芯片，边缘计算市场发展迅猛。
- 相对而言，FPGA在传统数据中心端市占率较高，在边缘端功耗等表现不如ASIC
- 创新案例：美国某创业公司（IP核供应商）于2019年上半年推出**集成ASIC架构与FPGA架构的全新解决方案**“Speed Sger 7T6”，新架构产品具备ASIC、FPGA双重架构，在拥有低功耗、低延迟（毫秒级响应）优势的同时具备FPGA特性和功能。该架构显著超越传统产品，为边缘端进行计算加速任务提供新思路。
- 中国市场边缘端、移动端ASIC、FPGA竞争关系将走向兼容，投资团队可密切关注中国市场架构集成投资机会，该领域创新企业或成为**芯片级独角兽**。

中国云平台TOP2企业售前解决方案架构师观点
具备多年FPGA架构研究经验

阿里巴巴FPGA数据中心基础云服务架构



来源：头豹研究院编辑整理



400-072-5588

©2020 LeadLeo

www.leadleo.com

44

专家观点——中国FPGA芯片行业投资逻辑及风险概述

专家建议未来5年内，投资团队关注中国FPGA市场可依据先C端后B端，先应用场景后技术开发，先产品级后芯片级的投资逻辑注入资金

◆投资逻辑

- **由C端至B端**：中国范围C端市场（应用侧）易出爆款，**短期内高清云游戏、高清视频可催生大量应用场景**。随用户端应用场景数量增加，设备对底层计算资源依赖度提升，市场规模扩容较快，**专家建议**投资团队寻找有**应用落地价值的细分场景**进行投资（金融大数据分析、图像视频处理、基因测序、精准医疗、语音识别、图像识别等）。C端应用成熟后，投资团队可集中考虑B端需求，被投对象可集成解决方案、FPGA第三方，自主开发PaaS平台，针对银行客户、政府客户等提供产品化服务。
- **由场景至技术**：FPGA芯片底层技术研发难度高，投入大，**专家建议**投资团队应从场景投资逐步过渡至技术投资，**技术投资思路可参考海康、大华、深鉴科技等企业研发模式**。该类企业利用FPGA半定制化基础做边缘侧芯片（倾向人脸识别、安防轨迹跟踪、新零售场景摄像头等），该类技术**基于既有硬件做再开发**，投资风险相对底层技术研发较小。

◆投资风险

芯片研发方面，初创企业如无大厂支持，易面临资金、技术困境。

风险规避：

避免购置大量FPGA硬件：投资对象可采用阿里云、腾讯云等数据中心提供的FPGA云服务。

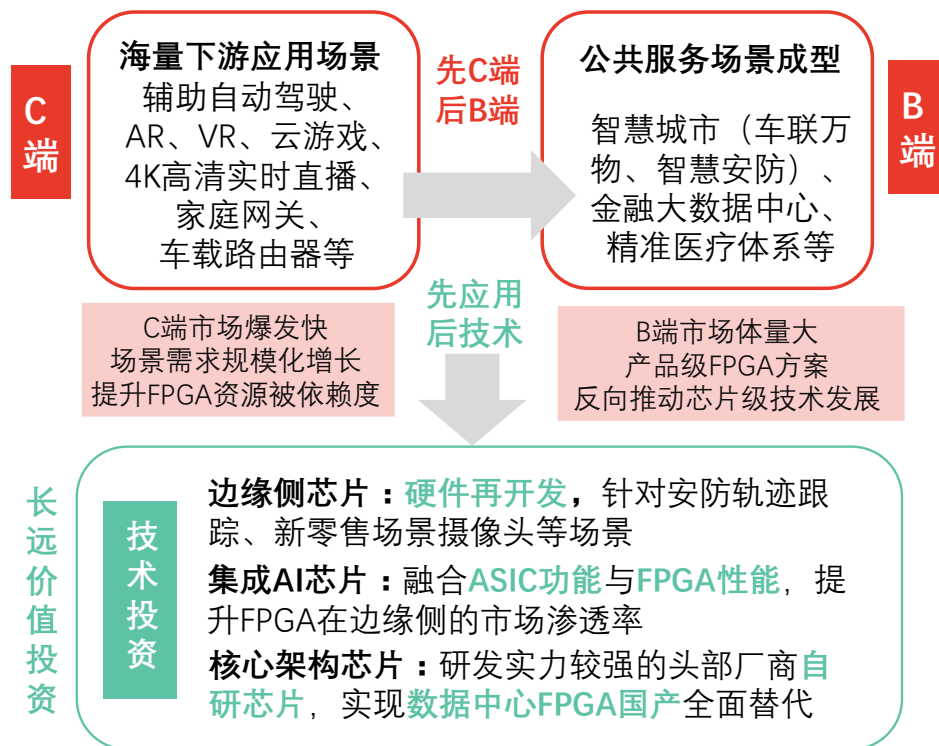
争取政府资金支持：如在政府资金支持下，新疆某云渲染数据中心大量部署GPU、FPGA基础硬件。

深挖应用场景输出功能特性服务：无法于短期内迅速提升竞争力的企业可推出针对细分场景的专用FPGA芯片，仅输出算法，经由代工厂推出芯片，在得到应用场景市场验证的背景下提供具备针对性功能特性的板卡解决方案。

来源：头豹研究院编辑整理

中国云平台TOP2企业售前解决方案架构师观点
具备多年FPGA架构研究经验

中国FPGA芯片行业投资逻辑



400-072-5588

©2020 LeadLeo

www.leadleo.com

45

方法论

头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。

- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，从信息安全、人工智能、千万门级芯片等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。本报告所指的公司或投资标的的价值、价格及投资收入可升可跌。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本文所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本文所载资料、意见及推测不一致的报告和文章。头豹不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。