

## 全球主要FPGA厂商及产品系列（截至2025年）

以下介绍当前全球主流FPGA厂商及其重要产品系列，列出关键技术规格和典型应用场景，并辅以表格汇总各型号的主要参数。所列数据均来自厂商或权威资料 <sup>1</sup> <sup>2</sup>。

### Intel（原Altera）FPGA

- **Arria 10系列（20nm）**：中端应用 FPGA。Arria 10 GT最高支持约1.15M逻辑单元（LEs），最高收发速率 25.78 Gbps <sup>3</sup>；Arria 10 SX内置双核ARM Cortex-A9（最高1.5GHz）、可配置逻辑约660K LEs，集成多达48路17.4 Gbps收发通道 <sup>1</sup>。应用于通信、中速数据处理和工业控制等场景。
- **Stratix 10系列（14nm FinFET）**：高端 FPGA 平台。采用Hyperflex架构和EMIB多芯片封装技术，大幅提升时序性能；部分型号支持多核ARM处理器和高带宽片上总线。Stratix 10 TX支持高级数据中心和通信互联需求，提供28.9 Gbps NRZ或57.8 Gbps PAM4收发器。逻辑规模可达百万级乃至至百万（如VU19P器件），适用于5G基站、交换路由、高性能计算等场景。
- **Agilex系列（10/7nm）**：最新一代高性能 FPGA/SoC。Agilex 7系列（10nm SuperFin+7nm工艺）包括F/I/M三款器件，支持PCIe Gen5、CXL互连和可选HBM2E高带宽存储。该系列最高可集成约4M LEs，收发通道支持116 Gbps PAM4 <sup>4</sup> <sup>5</sup>；I系列为SoC FPGA，内含四核Arm Cortex-A53，面向云计算、数据中心加速、AI推理等。Agilex 5系列（10nm工艺）面向中端，LE规模50K–650K，集成全新增强型DSP与AI张量块，并首次引入异构双核处理器（2×Cortex-A76 + 2×Cortex-A55），收发率28 Gbps <sup>6</sup>；适用于边缘计算、5G无线、工业视频和测试测量等领域。

系列	工艺	逻辑单元 (LEs)	收发器（速率）	嵌入硬核	典型应用
Arria 10 GT	20nm FinFET	≤1.15M LEs <sup>3</sup>	≤25.78 Gbps NRZ 收发器 <sup>3</sup>	无ARM核	通信、国防、工业视频
Arria 10 SX	20nm FinFET	≤0.66M LEs <sup>1</sup>	≤17.4 Gbps 收发器 (48路) <sup>1</sup>	2核ARM Cortex-A9 SoC <sup>1</sup>	通用嵌入式、国防
Stratix 10	14nm FinFET	百万级（如VU19P约2.3M LEs）	28.9 Gbps NRZ/ 57.8 Gbps PAM4	高端型号含多核ARM、PCIe NIC等	数据中心、AI加速、5G/7G 核心网
Agilex 7	10nm/ 7nm	0.57M–4M LEs <sup>4</sup> <sup>5</sup>	≤116 Gbps PAM4 <sup>4</sup> <sup>5</sup>	I系列4核A53 SoC <sup>5</sup>	AI/ML加速、云计算、通信
Agilex 5	10nm	0.05M–0.65M LEs <sup>6</sup>	≤28 Gbps <sup>6</sup>	双Cortex-A76+A55 SoC <sup>6</sup>	边缘计算、无线基站、工业视频

## AMD（原Xilinx）FPGA

- **Spartan-6 (45nm)**：入门级低成本 FPGA。逻辑单元3.8K-147K <sup>7</sup>，集成18Kbit块RAM和DSP48A1算术单元，LXT型最高含8路3.2 Gbps GTP串行收发器 <sup>7</sup>。应用于高容量消费电子和嵌入式控制等场景。
- **7系列 (28nm)**：包括Artix-7、Kintex-7、Virtex-7 以及 Spartan-7、Zynq-7000等。Artix-7 (6.8K-215K LEs) 定位低功耗成本优化型，Kintex-7 (66K-326K LEs) 为中端性能/功耗平衡型，Virtex-7 (约274K-2.3M LEs) 为高端演算型 <sup>7</sup>。Zynq-7000 SoC系列将双核Cortex-A9 (最高800 MHz) 与Artix-7或Kintex-7 FPGA逻辑相结合，包含最高约350K LEs (Z-7045) 和多路6-12.5 Gbps收发器 <sup>8</sup>。七代FPGA支持DDR3/4、GbE、PCIe等接口，被广泛用于工业控制、视频处理、无线接入等领域 <sup>7</sup> <sup>8</sup>。
- **UltraScale+系列 (16nm FinFET+)**：高端低功耗平台。Kintex UltraScale+系列最高约1.2M LEs、6.3 TeraMAC DSP性能，支持12.5/16/28 Gbps通道、集成100G以太网核和PCIe Gen4等 <sup>9</sup>，用于高速网络和MIMO无线。Virtex UltraScale+系列支持3D堆栈封装和堆栈式互连，可集成128通道32.75 Gbps SerDes和硬件PCIe Gen3×16，DSP性能高达38 TOPs <sup>10</sup>；典型应用为数据中心加速、5G基带、高性能计算等。Zynq UltraScale+ MPSoC (16nm)：分CG (双核A53+双R5, 最多600K LEs <sup>11</sup>)、EG (四核A53+双R5+GPU, 最多1.143M LEs <sup>12</sup>) 和EV (加码流编解码器) 版本；集成DDR4/LPDDR4、PCIe Gen2、USB3.0等外设 <sup>11</sup> <sup>12</sup>，应用于ADAS、医疗影像、工业控制与边缘AI等领域。

系列	工艺	逻辑单元 (LEs)	收发器	嵌入硬核	典型应用
Spartan-6	45nm	3.8K-147K LEs <sup>7</sup>	高速GTP (3.2 Gbps, LXT型最多8路) <sup>7</sup>	无处理器	消费电子、低成本控制
Artix-7	28nm	~7K-215K LEs	无/少量1.0- 3.125 Gbps	无	低功耗通信、简易DSP
Kintex-7	28nm	~66K-326K LEs	1-16路6.6 Gbps	无	视频接口、数据聚合
Virtex-7	28nm	~274K- 2.3M LEs	1-16路6.6 Gbps	无 (部分型号含多核ARM)	高速缓存、天线处理
Zynq-7000 SoC	28nm	~28K-444K LEs <sup>8</sup>	高速GTP (6.25- 12.5 Gbps) <sup>8</sup>	2核Arm Cortex-A9 SoC <sup>8</sup>	嵌入式应用 (工业、通信)
Kintex UltraScale+	16nm FinFET+	≤1.2M LEs <sup>9</sup>	12.5/16/28 Gbps	-	5G无线、网络加速
Virtex UltraScale+	16nm FinFET+	多百万级 (支持3D堆栈)	32.75 Gbps (最多128 道) <sup>10</sup>	-	数据中心、雷达、AI

系列	工艺	逻辑单元 (LEs)	收发器	嵌入硬核	典型应用
Zynq UltraScale+ (EG)	16nm FinFET+	653K–1,143K LEs <sup>12</sup>	16.3 Gbps (最多24道)	4核Cortex-A53 + 2核Cortex-R5 + Mali GPU <sup>12</sup>	汽车电子、工业视觉

## Lattice Semiconductor FPGA

- **iCE40系列 (40nm)**：超低功耗FPGA。提供384–7680 LUTs规模 <sup>13</sup>，嵌入式块RAM、非易失配置闪存和PLL，可动态关闭部分模块以降功耗 <sup>13</sup>。I/O 支持多种低压标准，部分封装具高电流输出。iCE40以微瓦级待机功耗著称 <sup>13</sup>，主要用于移动设备、物联网节点和可穿戴电子等对功耗极敏感的场景。
- **ECP5系列 (40nm)**：成本优化的中端FPGA。包含LFE5U-12K至LFE5U-85K型号（逻辑12K–85K LUTs）<sup>14</sup>，部分型号支持2–32路可变速率收发器（ECP5-5G系列支持高达5G serdes协议，可达85K LUTs）<sup>15</sup>。该系列提供丰富的DSP、可达3744Kb嵌入RAM以及多种接口（LVDS、MIPI、DDR3、PCIe、Ethernet等），适用于视频摄像机、小型基站、工业网关和SFP+光模块等智能连接场景 <sup>15</sup> <sup>16</sup>。
- **CertusPro-NX系列 (28nm FD-SOI)**：新一代通用FPGA。最高100K逻辑单元 <sup>17</sup>，共有7.3Mb片上RAM，156个18×18 DSP乘法器 <sup>17</sup>；内置PCIe Gen3核，支持高性能I/O（299个I/O管脚）和8通道10.3 Gbps SerDes <sup>17</sup>。28nm FD-SOI工艺保证优异的静态功耗和辐射容忍度，可在商用/工业/汽车等级下使用 <sup>17</sup>。典型用于智能相机、10G/25G以太网、千兆ASIC桥接、图像采集等领域。
- **MachXO5-NX系列 (28nm FD-SOI)**：安全型控制FPGA。15K–100K逻辑单元（LFMXO5-100T约100K LEs），最高378个I/O <sup>18</sup>；最高55Mb内部可编程Flash（UFM）用于存储配置信息 <sup>18</sup>。支持1.0V I/O驱动现代CPU和高速接口（LVDS、MIPI、PCIe Gen2）<sup>18</sup>；提供AES-256/RSA/ECDSA等硬件安全特性 <sup>18</sup>。该系列广泛应用于服务器管理、安全控制、电源管理和汽车电子中的系统控制和信号桥接等场景。

系列	工艺	逻辑容量	收发器	嵌入硬核	典型应用
iCE40 LP/HX	40nm CMOS 低功耗	0.384K–7.68K LUTs <sup>13</sup>	无 / 少量低速I/O	嵌入式闪存配置、块RAM <sup>13</sup>	物联网、可穿戴、传感节点
ECP5 (LFE5U-12K–85K)	40nm HKMG	12K–85K LUTs <sup>14</sup>	1–2对3.2 Gbps (普通款)；5G系列多路28Gbps <sup>15</sup>	DSP、嵌入RAM、多协议I/O <sup>14</sup>	小基站、智能摄像、工业视频
CertusPro-NX	28nm FD-SOI	52K–100K LEs <sup>17</sup>	8×10.3 Gbps <sup>17</sup>	PCIe Gen3核、丰富RAM/DSP <sup>17</sup>	智能相机、10G以太网、SFP+模块
MachXO5-NX	28nm FD-SOI	15K–100K LEs <sup>18</sup>	PCIe Gen2 (高端型号)	Flash配置存储 (UFM)，AES等安全核 <sup>18</sup>	系统控制、安全芯片、桥接

## Microchip Technology (含Microsemi) FPGA

- **PolarFire系列 (28nm FD-SOI)**：面向中端市场的低功耗FPGA。逻辑容量48K–481K LEs <sup>2</sup>。集成了PCIe端点/Root Port、DDR3/4/LPDDR3接口和硬件加密核 <sup>19</sup>；部分型号内置12.7 Gbps高速收发器 <sup>2</sup>

（例如支持10G以太网）。得益于FD-SOI工艺，PolarFire具有极低的静态功耗（据称为同类器件的1/10）<sup>19</sup>。典型应用包括数据中心存储、工业通信、航天（PolarFire SoC）等领域。

- **SmartFusion2系列（40nm）**：Flash FPGA SoC。集成一颗166MHz Arm Cortex-M3内核和丰富的Microcontroller子系统<sup>20</sup>，支持灵活的片上总线互连。逻辑容量6K–146K LEs<sup>21</sup>（M2S150约146K），内置128–512KB Flash和64KB SRAM<sup>21</sup>。支持Gigabit以太网和PCIe Gen2<sup>20</sup>，并具备AES-256/SHA-256安全模块<sup>22</sup>。由于闪存配置免疫SEU，SmartFusion2适用于军工航空、工业控制和安全应用<sup>20</sup>。
- **IGLOO2系列（40/65nm Flash）**：低密度Flash FPGA。逻辑容量6K–146K LEs（与SmartFusion2表中类似）<sup>23</sup>，DSP块11–240个，片上架构与SmartFusion2兼容但无硬核CPU。支持PCIe Gen2（需~10K LEs）<sup>24</sup>和高速串行总线。IGLOO2以超低功耗（静态功耗极小）、高I/O密度著称<sup>25</sup>，常用于通信桥接、飞控系统、安全网卡等领域。

系列	工艺	逻辑容量 (LEs)	收发器	嵌入硬核	典型应用
PolarFire	28nm FD-SOI	48K–481K LEs <sup>2</sup>	支持12.7 Gbps 高速SerDes <sup>2</sup>	DDR PHY、PCIe端点、加密核 <sup>19</sup>	数据中心、工业通信
SmartFusion2	40nm Flash	6K–146K LEs <sup>20 21</sup>	Gigabit 以太网, PCIe Gen2 <sup>20</sup>	Cortex-M3 + NVM/SRAM <sup>20</sup>	工业嵌入式、安全系统
IGLOO2	40/65nm Flash	6K–146K LEs <sup>23</sup>	(在~10K LEs时支持 PCIe Gen2)	无（Flash配置，自校验）	通信桥接、飞控和安全

## Achronix FPGA

- **Speedster7t系列（TSMC 7nm FinFET）**：Achronix高性能FPGA。采用创新的2D片上网格和专用机器学习处理单元（MLP），针对AI/ML和高带宽任务优化<sup>26 27</sup>。最高逻辑资源730K–1.546M系统逻辑单元（相当于326K–692K LUTs）<sup>28</sup>，片上SRAM可达86–195 Mb<sup>29</sup>。高速接口包括24–32通道112 Gbps SerDes<sup>30</sup>、1–16路DDR4/DDR5、6–16路GDDR6（1.5–4.0 Tbps带宽）<sup>30</sup>、以及PCIe Gen5 ×8/16和2×400G以太网<sup>31</sup>。在机器学习方面，Speedster7t提供数千个低精度乘加单元（单精度最高61 TOPS运算）<sup>32</sup>。典型用例为数据中心加速卡（如矢量加速器）、智能网卡、5G/7G基站处理器等。
- **Speedcore eFPGA IP**：用于ASIC/SoC的嵌入式FPGA知识产权核。设计者可按需选择逻辑单元、DSP和内存资源，将可编程逻辑集成在芯片中<sup>33 34</sup>。Speedcore支持AI/ML、5G无线、网络交换、存储控制、汽车电子等领域的大规模实时计算任务，且允许系统发布后现场升级FPGA功能<sup>33 34</sup>。

产品	工艺	逻辑容量	收发器	特殊特性	典型应用
Speedster7t (AC7t800/1400/1500)	7nm FinFET	~0.73– 1.546M LEs <sup>28</sup>	24–32路 112 Gbps <sup>30</sup>	2D NoC架构， 高密度MLP，多 TBps内部带宽 <sup>26 27</sup>	AI加速卡、智能NIC、高速网络交换机

产品	工艺	逻辑容量	收发器	特殊特性	典型应用
Speedcore eFPGA IP	任意晶体管工艺 (IP核)	可定制 (逻辑、DSP、内存)	可选各种高速接口	可嵌入ASIC/SoC, 支持后续功能升级 <sup>33</sup> <sup>34</sup>	SoC可编程模块、5G基站 SoC、智能控制芯片

**参考资料：** 各产品规格来源于厂商官网和技术文档 <sup>1</sup> <sup>3</sup> <sup>5</sup> <sup>6</sup> <sup>8</sup> <sup>12</sup> <sup>10</sup> <sup>9</sup> <sup>7</sup> <sup>13</sup> <sup>15</sup> <sup>14</sup> <sup>17</sup> <sup>18</sup> <sup>2</sup> <sup>20</sup> <sup>23</sup> <sup>28</sup> <sup>33</sup>。

1 Intel® SoC FPGAs - Intel® Arria® 10 SX SoC FPGA

<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/fpga/arria/10/sx.html>

2 19 PolarFire® Mid-Range FPGAs | Microchip Technology

<https://www.microchip.com/en-us/products/fpgas-and-plds/fpgas/polarfire-fpgas>

3 Arria® 10 GT FPGA Overview

<https://www.altera.com/products/fpga/arria/10/gt>

4 6 Agilex™ Portfolio Product Brief

<https://cdrdv2-public.intel.com/758440/agilex-portfolio-product-brief.pdf>

5 Agilex 7 FPGA and SoC FPGA I-Series Overview

<https://www.altera.com/products/fpga/agilex/7/i-series>

7 Xilinx DS160 Spartan-6 Family Overview

<https://docs.amd.com/api/khub/documents/zd3RzGl6jfg7bYjaTp0k2Q/content>

8 Zynq 7000 SoCs

<https://www.amd.com/en/products/adaptive-socs-and-fpgas/soc/zynq-7000.html>

9 Kintex UltraScale+ FPGAs

<https://www.amd.com/en/products/adaptive-socs-and-fpgas/fpga/kintex-ultrascale-plus.html>

10 Virtex UltraScale+ FPGAs

<https://www.amd.com/en/products/adaptive-socs-and-fpgas/fpga/virtex-ultrascale-plus.html>

11 12 Zynq UltraScale+ MPSoCs

<https://www.amd.com/en/products/adaptive-socs-and-fpgas/soc/zynq-ultrascale-plus-mpsoc.html>

13 DS1040 - iCE40 LP/HX Family Data Sheet

<https://www.latticesemi.com/~media/latticesemi/documents/datasheets/ice/ice40lphxfamilydatasheet.pdf>

14 16 ECP5 / ECP5-5G | Ultra Low Power FPGA | Lattice Semiconductor

<https://www.latticesemi.com/Products/FPGAandCPLD/ECP5>

15 Lattice Semiconductor Expands ECP5 FPGA Family

<https://us.design-reuse.com/news/39209/lattice-ecp5-fpga.html>

17 CertusPro-NX | Advanced General Purpose FPGA

<https://www.latticesemi.com/Products/FPGAandCPLD/CertusPro-NX>

18 MachXO5-NX | Advanced Secure Control FPGA | Lattice Semiconductor

<https://www.latticesemi.com/Products/FPGAandCPLD/MachXO5-NX>

20 21 22 SmartFusion® 2 FPGAs | Microchip Technology

<https://www.microchip.com/en-us/products/fpgas-and-plds/system-on-chip-fpgas/smartfusion-2-fpgas>

23 24 25 IGLOO® 2 FPGAs | Microchip Technology

<https://www.microchip.com/en-us/products/fpgas-and-plds/fpgas/igloo-2-fpgas>

26 27 28 29 30 31 32 Speedster7t FPGAs | Achronix Semiconductor Corporation

<https://www.achronix.com/product/speedster7t-fpgas>

33 34 Speedcore Embedded FPGA IP | Achronix Semiconductor Corporation

<https://www.achronix.com/product/speedcore>