



买入（首次）

所属行业：电子/半导体
当前价格(元)：39.25

证券分析师

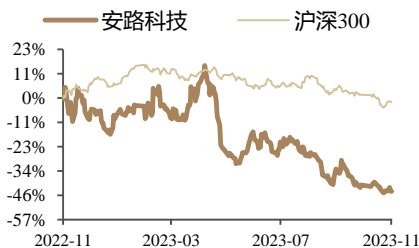
陈海进

资格编号：S0120521120001
邮箱：chenhj3@tebon.com.cn

陈蓉芳

资格编号：S0120522060001
邮箱：chenrf@tebon.com.cn

市场表现



沪深300对比	1M	2M	3M
绝对涨幅(%)	-5.22	-15.72	-22.84
相对涨幅(%)	-2.00	-10.56	-11.79

资料来源：德邦研究所，聚源数据

相关研究

安路科技（688107.SH）：FPGA 国产化龙头，凤凰天地阔，涅槃终有时

投资要点

- 国内领先的 FPGA 芯片供应商，打造 FPGA 国产化旗帜。**安路科技创立于 2011 年，主要产品包括 SALPHOENIX 高性能产品家族、SALEAGLE 高效率产品家族、SALELF 低功耗产品家族三大类 FPGA 产品，以及低功耗 SALSWIFT 家族一类 FPSoC 产品。公司主张软硬件并举的研发战略，自主开发配套 EDA 软件，包括支持 FPGA 开发的 TangDynasty 软件和支持 FPSoC 开发的 FutureDynasty 软件，为所有基于安路科技 FPGA 产品的应用设计提供有力支持。公司董事及核心技术人员丰富的软硬件从业履历，深度契合公司各业务条线，为研发版图提供充分的技术可行性。公司 2018-2022 年主营业务收入分别为 0.3/1.2/2.8/6.8/10.4 亿元，对应复合增长率 146%，国产替代的强驱动力为公司业绩保驾护航。
- FPGA 市场空间超行业预期，未来市场空间仍然广阔。**FPGA 是一种灵活普适的“万能”芯片，最大的特点是可编程性；同时，FPGA 因其结构特点而适用于并行计算，且以更低的功耗主打能耗比、性价比优势。以上诸多优势使 FPGA 广泛应用于工业控制、网络通信、消费电子、数据中心、汽车电子、人工智能等下游领域。2022 年，受益于数据中心行业发展的驱动，FPGA 市场规模迎来爆发式增长，同比增速接近 30%，远超 Frost&Sullivan 曾经的预测数据 15.7% 增速值。根据 FPGA 龙头厂商 Intel (Altera) 于 2023 年年中给出的市场预测，2023 年市场增长预计将超过 16%，未来 5 年的增长势头向好，预计将继续保持 10% 以上的复合年均增长率。
- 公司锚定逻辑单元逐级替代，新料号推出拓展新市场。**公司面向的下游领域“主战场”聚焦工控与通信。由于公司目前主要立足于国内市场，行业国产替代趋势为公司业绩贡献重要驱动力，包括伺服驱动、LED 显示、基站信号处理在内的诸多领域都是亟待国产突破的方向。公司 FPGA 尚处于中低端市场耕耘与拓展阶段，在芯片制程、LUT 容量、生态建设等方面均有一定差距。目前公司 PHOENIX 系列已进入 28nm 节点，PH1A400 产品已于 2023 慕尼黑上海电子展展出，随着更多先进料号进入更多中高端应用领域，有望为公司业绩拓展新的增量空间。
- 投资建议：**我们预计公司 2023-2025 年营业收入为 8.76/14.35/18.90 亿元，对应当前 PS 倍数为 17.96/10.96/8.32。考虑到公司作为国产 FPGA 龙头厂商，未来有望长期受益于 FPGA 国产替代趋势，首次覆盖给予“买入”评级。
- 风险提示：**业绩下滑或亏损的风险、宏观及行业因素风险、行业竞争加剧风险、产品研发失败或产业化不及预期风险。

股票数据

总股本(百万股):	400.85
流通 A 股(百万股):	190.76
52 周内股价区间(元):	38.73-80.50
总市值(百万元):	15,733.34
总资产(百万元):	1,809.59
每股净资产(元):	3.78

资料来源：公司公告

主要财务数据及预测

	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	679	1,042	876	1,435	1,890
(+/-)YOY(%)	141.4%	53.6%	-15.9%	63.8%	31.7%
净利润(百万元)	-31	60	-76	197	255
(+/-)YOY(%)	-398.6%	293.9%	-226.3%	360.7%	29.5%
全面摊薄 EPS(元)	-0.08	0.15	-0.19	0.49	0.64
毛利率(%)	36.2%	39.8%	38.4%	39.4%	41.0%
净资产收益率(%)	-2.0%	3.7%	-4.7%	11.0%	12.4%

资料来源：公司年报（2021-2022），德邦研究所

备注：净利润为归属母公司所有者的净利润

内容目录

1. 安路科技：国产民用 FPGA 龙头，软硬件协同壁垒高企	6
1.1. 公司介绍：围绕 FPGA 核心技术，打造 FPGA 国产化旗帜.....	6
1.2. 股权结构：公司国资背景深厚，核心技术人员兼有软硬件研发背景	8
1.3. 财务分析：研发投入已顺利转化为业绩，公司实现扭亏为盈.....	9
2. FPGA：灵活普适的“万能”芯片，国产替代未来可期	13
2.1. 器件特点：硬件可编程为底，性能均衡适应多应用场景	13
2.2. 市场空间：FPGA 市场空间超行业预期，打开未来想象空间.....	14
2.3. 竞争格局：AMD、Intel 双寡头主导市场，中端市场国产化机遇显现	15
2.4. 国产替代逻辑：锚定逻辑单元逐级替代，新料号推出拓展新市场	16
3. 工业控制领域：面向多细分领域，硬件算法优势尽显	19
3.1. 工业自动化：FPGA 是伺服系统中的核心零部件	19
3.1.1. 市场空间：下游国产化率不断提升，为核心零部件国产替代孕育土壤.....	24
3.1.2. 公司竞争力：28nm 工控产品媲美国际龙头，23H2 放量可期.....	26
3.2. LED 显示控制：FPGA 硬件编程助力 LED 提升显示质量	28
3.2.1. 市场空间：LED 显示屏市场复苏，带动行业回归良性发展	29
3.2.2. 公司竞争力：国产替代风口已至，安路科技崭露头角	30
4. 网络通信领域：FPGA 的主战场，国产替代重要驱动力	31
4.1. 无线通信：FPGA 是通信基础设施部署的重要环节	31
4.2. 市场空间：5G 宏基站建设预期趋缓，小基站有望成为新增长点.....	32
4.3. 公司竞争力：通信领域国产替代优先级高，安路科技客户质量占优.....	35
5. 盈利预测与投资建议	36
5.1. 盈利预测	36
5.2. 投资建议	36
6. 风险提示	37

图表目录

图 1: 公司芯片产品矩阵介绍	6
图 2: 公司产品系列量产时间及其他时间节点	7
图 3: 公司营收结构 (单位: 百万元)	7
图 4: 公司营收结构——按产品	7
图 5: 公司营收结构——按应用领域	8
图 6: 公司营收结构——按制程	8
图 7: 公司股权架构图	8
图 8: 公司营业收入情况	10
图 9: 公司归母净利润与扣非净利润情况 (单位: 百万元)	10
图 10: FPGA 公司毛利率对比 (口径: FPGA 业务)	10
图 11: 公司分业务毛利率情况	10
图 12: 公司费率情况	11
图 13: 公司研发费用情况	11
图 14: 海外可比公司研发费用率情况	11
图 15: 国内可比公司研发费用率情况	11
图 16: 公司分业务研发费用情况 (单位: 百万元)	11
图 17: 公司股份支付费用	11
图 18: 存货与存货周转天数情况	12
图 19: 应收账款与应收账款周转天数情况	12
图 20: 2022 年末存货账面余额结构	12
图 21: 2022 年末库存商品会计结构	12
图 22: FPGA 开发板结构——以 ZCU102 为例	13
图 23: FPGA 芯片内部结构	13
图 24: FPGA 芯片属于逻辑芯片大类	13
图 25: FPGA 大致的发展历程	13
图 26: FPGA 与其他逻辑芯片的比较	14
图 27: 全球 FPGA 市场规模测算 (亿美元, 不完全统计)	14
图 28: 2019 年全球 FPGA 市场竞争格局 (出货量口径)	15
图 29: 2019 年中国 FPGA 市场竞争格局 (销售额口径)	15
图 30: 2019 年中国 FPGA 市场竞争格局 (出货量口径)	15
图 31: AMD 宣布 Xilinx 7 系列产品的生命周期将至少延长至 2035 年	15
图 32: 2019 年中国 FPGA 市场按逻辑单元拆分 (销售额口径)	16

图 33: 2019 年中国 FPGA 市场按制程拆分 (销售额口径)	16
图 34: 公司主营业务收入结构——按地区 (单位: 百万元)	16
图 35: 中国 FPGA 市场规模预测——按应用领域 (单位: 亿元)	16
图 36: 国产 FPGA 公司营收 (单位: 亿元; 口径: FPGA 业务)	17
图 37: FPGA 在工业自动化控制系统中的应用	19
图 38: 运动控制系统层级结构	21
图 39: Lattice 多轴马达控制系统	21
图 40: Xilinx ZYNQ-7020 多轴马达控制系统	21
图 41: 电机分为控制电机和非控制电机	22
图 42: 伺服系统的控制环路	22
图 43: 多轴流水线电流环	22
图 44: 分别适合串行计算或并行计算的算法结构	23
图 45: 多通道控制场景和高速开关切换场景	23
图 46: 电机驱动系统电力消耗在工业用电中约占 45%	23
图 47: 中国伺服电机市场规模	24
图 48: 中国伺服电机下游行业占比	24
图 49: 中国工业机器人出货量	25
图 50: 中国工业机器人国产化率	25
图 51: 中国工业机器人市场规模	25
图 52: 中国服务机器人市场规模	25
图 53: 《中国制造 2025》关键工序数控化率指标	26
图 54: 智能制造装备及部分高端制造业国产化率变化情况	26
图 55: 2022 年中国通用伺服系统市场竞争格局	26
图 56: 中国通用伺服市场国产化率迅速提升	26
图 57: 安路科技工业控制领域营业收入及增速	27
图 58: 安路科技基于 FPGA 的工业伺服系统	27
图 59: FPGA 在 LED 显示控制系统中的应用	28
图 60: 高性能逻辑结构支持以高时钟频率执行视频处理	29
图 61: 借助 Intel VVP 库 (IP 库) 实现复杂的视频处理流水线	29
图 62: 诺瓦星云 LED 显示控制系统等产品的生产工艺流程图	29
图 63: 诺瓦星云基于 FPGA 的 LED 显示核心技术	29
图 64: 中国 LED 显示屏市场规模	30
图 65: 全球 LED 显示屏芯片市场规模	30

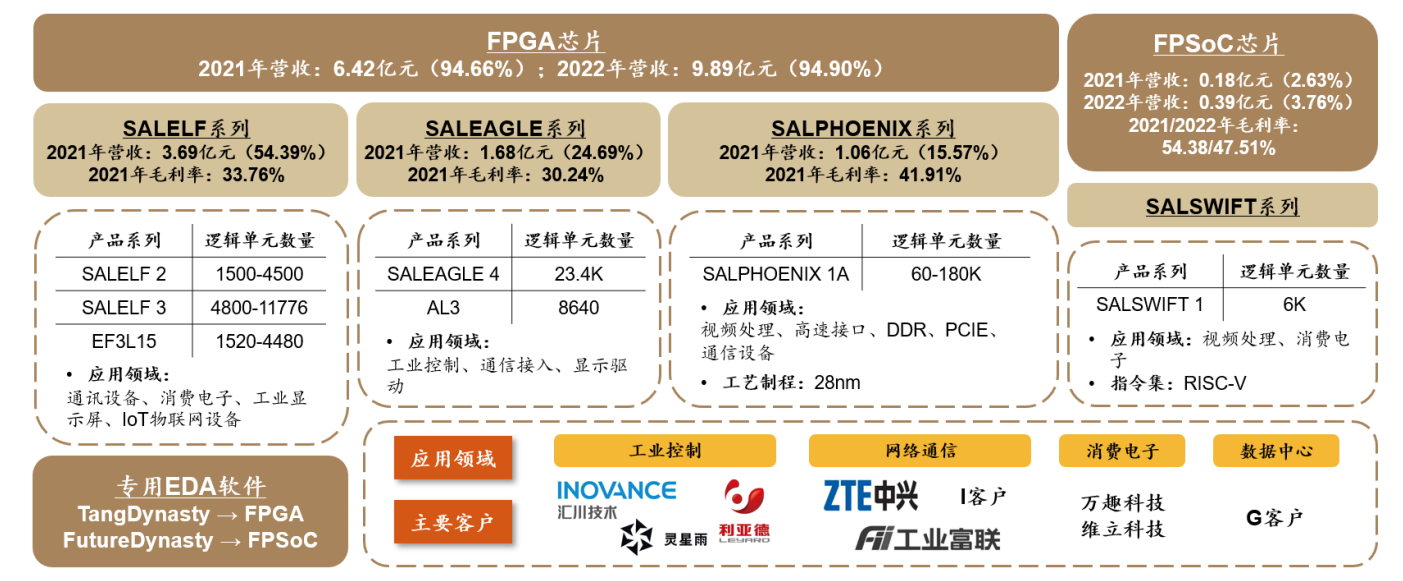
图 66: 卡莱特在经销商博科供应链的穿透采购占比	30
图 67: 公司主要 FPGA 供应商采购额并未随营收体量同趋势变化.....	30
图 68: FPGA 在移动通信网络中的应用	31
图 69: TI 参考设计——基带单元 (BBU) 和有源天线系统 (AAS, Sub6GHz)	31
图 70: 4G 到 5G 的代际更迭使得接入网架构改变	32
图 71: 5G 新架构 CU、DU、AAU 的多种网络部署形态	32
图 72: 全国移动通信基站数 (单位: 万个)	33
图 73: “十四五”时期信息通信行业发展主要指标	33
图 74: 全球小基站市场出货量预测 (单位: 万个)	34
图 75: 中国移动 2022-2023 年扩展型皮站设备集采份额 (按量)	34
图 76: 中国移动 2022-2023 年扩展型皮站设备集采份额 (按价)	34
图 77: Intel (Altera) 为 5G RAN 提供端到端芯片解决方案.....	35
图 78: 全球通信基站市场份额.....	35
图 79: 2021 年中国基站集采中标份额	35
表 1: 公司产品与下游应用领域的对应关系及其竞争力	6
表 2: 公司董事及核心技术人员简历	9
表 3: 公司股权激励情况——2022 年限制性股票激励计划.....	11
表 4: AMD (Xilinx) FPGA 高/中/低端产品系列对比	17
表 5: AMD (Xilinx) 自适应 SoC 高/中/低端产品系列对比	18
表 6: 运动控制系统的主干	19
表 7: 汇川技术 PLC 产品采用芯片情况.....	20
表 8: 禾川科技 PLC 产品采用芯片情况.....	20
表 9: 单体控制技术的发展趋势	20
表 10: 汇川技术伺服驱动器产品采用芯片情况	21
表 11: 电流环/速度环/位置环的控制功能	22
表 12: 工业下游行业的定制化需求	24
表 13: 公司 PHOENIX 系列产品性能与国际龙头厂商 Xilinx 对比.....	27
表 14: 不同制式的通信频段及其覆盖半径关系	33
表 15: 宏基站 VS 小基站.....	33
表 16: 安路科技营收及毛利率预测	36
表 17: 可比公司估值情况	37

1. 安路科技：国产民用 FPGA 龙头，软硬件协同壁垒高企

1.1. 公司介绍：围绕 FPGA 核心技术，打造 FPGA 国产化旗帜

国产 FPGA 芯片及系统解决方案龙头，FPGA 与 FPSoC 软硬件技术全面布局。安路科技创立于 2011 年，主营业务为 FPGA、FPSoC 芯片和专用 EDA 软件等产品的研发、设计和销售。公司产品矩阵根据不同性能特点及不同目标市场的应用需求深度布局——公司的 **FPGA 芯片** 产品形成了由 SALPHOENIX 高性能产品家族、SALEAGLE 高效率产品家族、SALELF 低功耗产品家族组成的产品矩阵，**FPSoC 产品** 新推出面向工业和视频接口的低功耗 SALSWIFT 家族，并自主开发配套 EDA 软件，包括支持 FPGA 开发的 TangDynasty 软件和支持 FPSoC 开发的 FutureDynasty 软件，为所有基于安路科技 FPGA 产品的应用设计提供有力支持。公司差异化定位的产品系列及不断丰富产品型号、应用 IP 及参考设计使公司能够更好地覆盖下游客户的需求，产品已广泛应用于工业控制、网络通信、消费电子、数据中心等领域。

图 1：公司芯片产品矩阵介绍



资料来源：公司招股书，公司公告，公司官网，德邦研究所
注：芯片产品系列来自官网最新介绍，部分早期产品未列示其中

表 1：公司产品与下游应用领域的对应关系及其竞争力

应用领域	主要产品系列	竞争力
工业控制	ELF1、ELF2、AL3、EALGE4、PHOENIX1	公司具有集成 SDRAM、MCU、高速 MIPI DPHY、PCIE 硬核等不同功能的多品类产品，可满足工业控制中的实时控制、外设扩展和控制、高速数据传输等应用。
网络通信	ELF2、ELF3、EALGE4、PHOENIX1	公司产品在定义时即瞄准行业痛点，可满足主流应用需求，并在发现客户其他需求时，快速迭代增加了 Dual Boot、ADC 集成等特性，成功减小客户 PCB 面积。
消费电子	ELF1、ELF2	公司通过对消费电子行业部分原有技术方案的改良，集成高速 MIPI 接口硬核功能，以单颗 FPGA 芯片替代了原本需 3 颗芯片构成的视频桥接技术方案，成功降低了方案成本。
数据中心	ELF3、EAGLE4、PHOENIX1	公司产品集成 ADC，可以单颗芯片代替传统 FPGA 和电源管理芯片的双芯片方案。同时公司提供了针对国产 CPU 主板所需的 I2C、LPC、QSPI 电平转换等参考设计方案，成功减少客户自主开发所需的时间与成本。

资料来源：公司招股书，德邦研究所
注：信息截至公司招股书发布（2021 年 11 月 9 日）

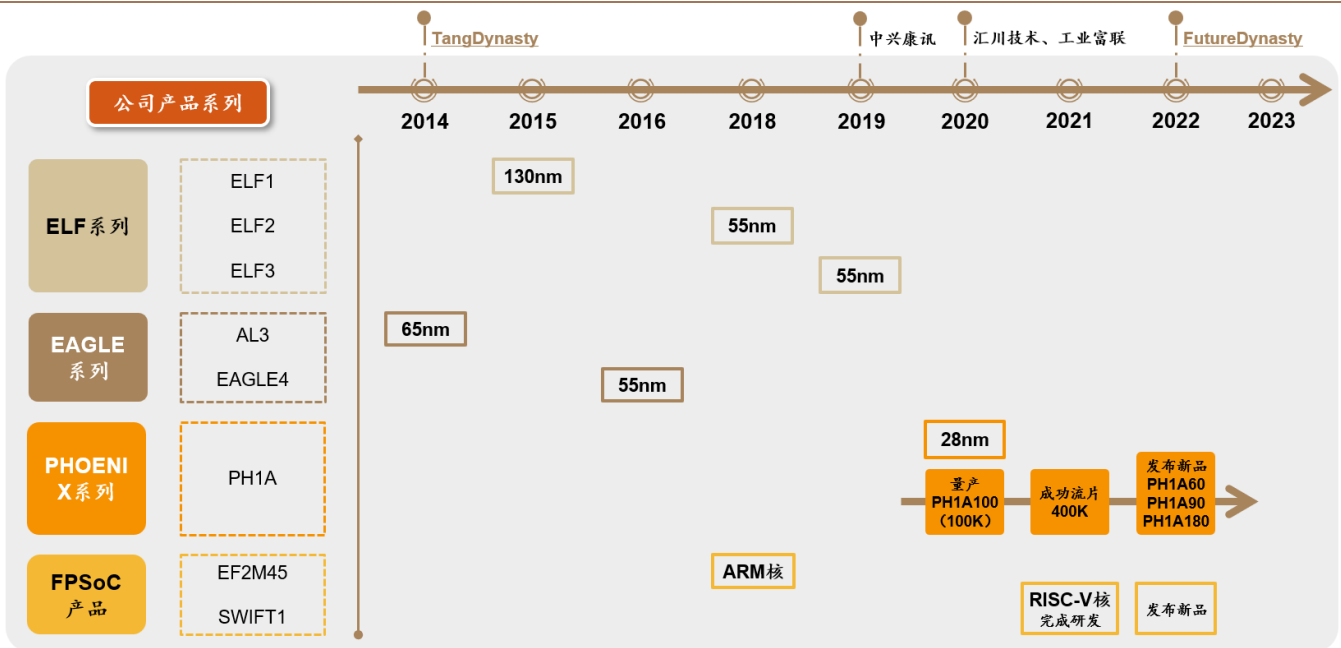
公司发展历程大致可分为三个阶段：

- **第一阶段（2011-2016 年）**：公司处于初创时期，自 2014 年起陆续推出 EAGLE 系列和 ELF 系列产品，包含 55nm/65nm/130nm 多种制程，并同步推出配套 EDA 工具 TangDynasty，产品系列初具雏形。
- **第二阶段（2017-2020 年）**：公司步入快速成长期，导入大客户并逐步开始放量。公司自 2017 年开始大力拓展直销与经销客户。2019 年，在国际贸易格局及供应链安全等因素催生的机遇之下，公司成为第一批进

入中兴通讯供应链的国产 FPGA 企业之一；2020 年，公司陆续完成汇川技术、工业富联等知名客户的认证，在工业控制和网络通信市场打开局面，逐步进入量产爬坡阶段。且公司凭借创新的技术方案和较高的性价比逐步打开消费类客户市场。2018-2020 年，公司营业收入达到 0.29/1.22/2.81 亿元，同比增速达 329%/130%。

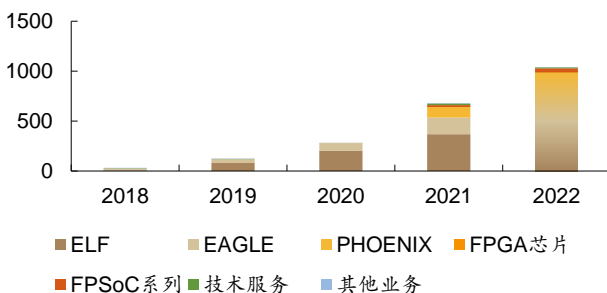
- **第三阶段（2020 年-至今）：PHOENIX 系列与 FPSoC 产品为公司营收打开新空间。**（1）公司于 2020 年推出了采用 28nm 工艺的量产芯片，是国内首批具备 28nm FPGA 芯片设计能力和量产能力的企业之一。截至 2021H1，基于 28nm 的 PHOENIX 系列在营收中贡献尚且较低。随着逻辑单元数量高达 400K 的新品成功流片并逐步推进，以及 2022 年三款新品的发布（PH1A60、PH1A90、PH1A180），公司 PHOENIX 系列芯片有望带动公司营收进入新阶段，助力公司业务版图拓展。（2）与此同时，公司战略拓展系统级 FPGA，着手研发基于 RISC-V 核心的 FPSoC 产品，已于 2022 年推出第一代 SWIFT 系列器件及 FutureDynasty 配套软件，能够以单芯片实现 FPGA 和 MCU 芯片优势的融合，可广泛应用于视频处理、消费电子等领域。目前，行业内 FPGA 系统级芯片已经被大量应用在消费电子、工业控制、无线通信、自动驾驶、电力系统等领域。未来随着公司持续不断的研发投入与新品推出，FPSoC 产品将打开广阔的市场空间。

图 2：公司产品系列量产时间及其他时间节点



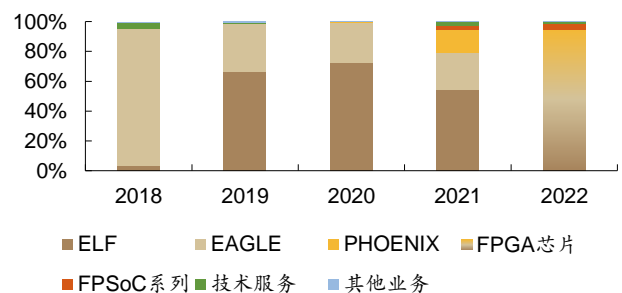
资料来源：公司招股书，公司公告，公司官微，德邦研究所
注：EF2M45 属于 ELF2 系列，是一款早期的 FPSoC 产品

图 3：公司营收结构（单位：百万元）



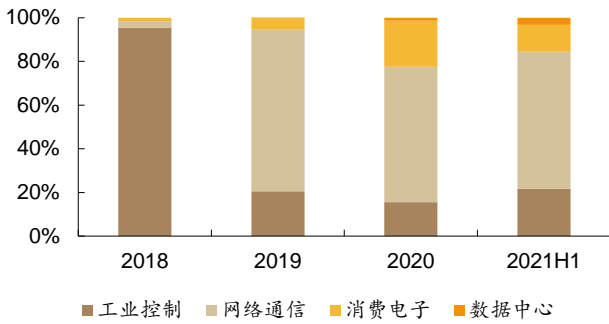
资料来源：公司招股书，德邦研究所
注：FPGA 芯片包含 ELF、EAGLE、PHOENIX 三大系列

图 4：公司营收结构——按产品



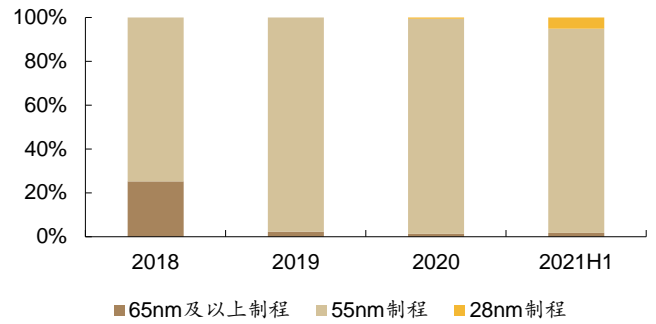
资料来源：公司招股书，德邦研究所
注：FPGA 芯片包含 ELF、EAGLE、PHOENIX 三大系列

图 5: 公司营收结构——按应用领域



资料来源: 公司招股书, 德邦研究所

图 6: 公司营收结构——按制程

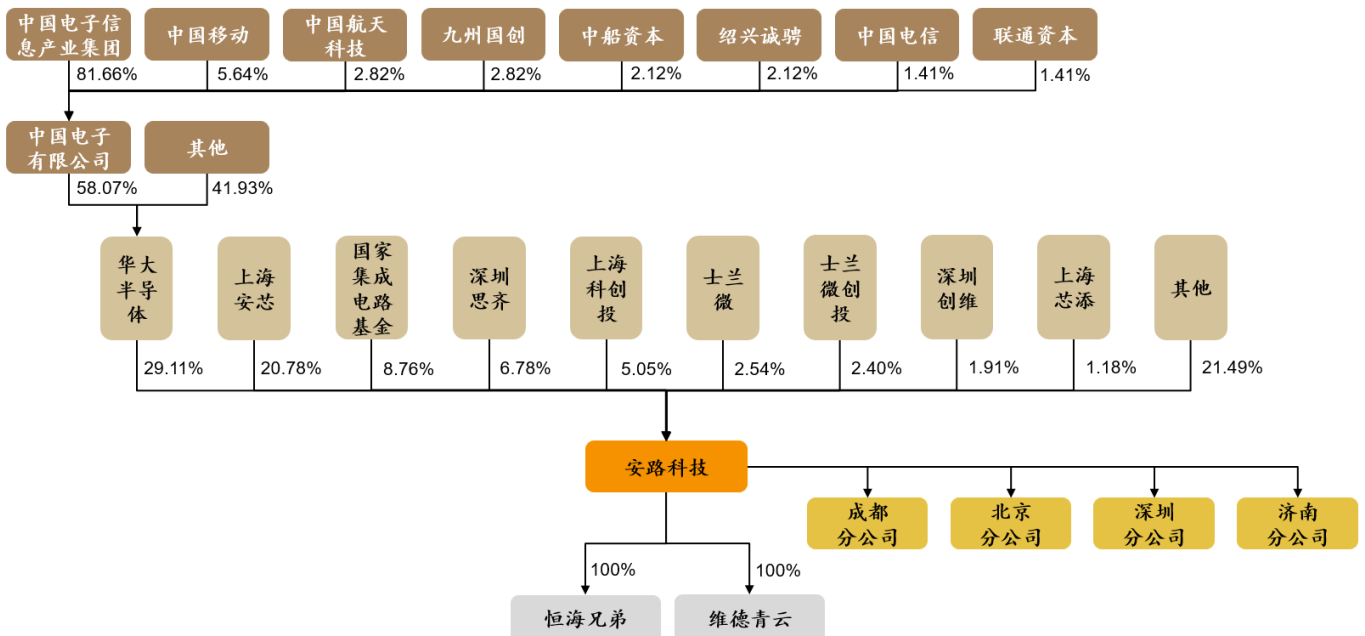


资料来源: 公司招股书, 德邦研究所

1.2. 股权结构: 公司国资背景深厚, 核心技术人员兼有软硬件研发背景

公司第一大股东来自中电系, 第二大股东为员工持股平台。华大半导体是国务院直属企业中国电子信息产业集团有限公司控股的子公司, 作为公司第一大股东, 直接持有公司 29.11% 的股份。公司高级管理人员与核心技术人员均最终通过员工持股平台上海安芯、上海安路芯间接持有公司股份, 上海安芯直接持有公司 20.81% 的股份(截至 2022 年报的情况, 目前上海安芯持股比例变更为 20.78%), 上海安路芯直接持有本公司 0.84% 的股份(截至 2022 年报的情况)。虽然公司核心管理层持股比例相对不高, 但是第一大股东华大半导体承诺自安路科技上市之日起五年内, 且作为安路科技第一大股东期间内, 不谋求控制权。公司的日常实际经营、业务开展均由公司管理层负责决策并实施。

图 7: 公司股权架构图



资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所
注: 截至 2023 年 8 月 25 日

公司董事及核心技术人员履历深度契合公司各业务条线。公司现有核心技术人员共 7 名, 其中 3 名高管均有过硬的软件从业背景, 陈利光(总经理)和谢丁分别在港湾网络、美满电子有过软件工程师从业经验, 黄志军曾在国际顶级 EDA

工具设计公司 Synopsys Inc. 担任资深主任工程师。公司核心技术人员软件工程师能力对于 FPGA 公司的专用 EDA 工具研发起到至关重要的作用。此外，公司核心技术人员的硬件从业背景也十分亮眼，分别在莱迪思 (Lattice)、复旦微、英特尔 (Intel)、超威 (AMD)、芯原微等行业领先乃至国际顶级的数字 IC 设计公司任重要职位，其中不乏国际顶级 FPGA 设计公司，也包括国内优秀的 IP 设计公司芯原微，对于 FPGA 中的 IP 应用开发也具有重要意义。

表 2：公司董事及核心技术人员简历

姓名	职务	简历
马玉川	董事长	自 1992 年 7 月至 1993 年 8 月担任机械电子工业部微电子与基础产品司集成电路处副主任科员，自 1993 年 8 月至 2003 年 8 月担任中国电子信息产业集团有限公司主管工程师、副处长，自 2003 年 9 月至 2006 年 1 月担任中国电子产业工程公司资深经理，自 2006 年 1 月至 2014 年 12 月担任中国电子信息产业集团有限公司处长、副主任，自 2014 年 9 月起担任华大半导体副总经理，自 2019 年 4 月起担任本公司董事长。
吴秀平	董事	曾任职于日月光封装测试 (上海) 有限公司、新城控股集团股份有限公司上海第一分公司、上海华虹集成电路有限责任公司，2018 年加入华大半导体有限公司，现任华大半导体有限公司财务部副主任 (主持工作)。
陈利光	董事、总经理、核心技术人员	自 2002 年 7 月至 2003 年 7 月担任浙江朗威微系统有限公司设计工程师，自 2003 年 7 月至 2004 年 9 月担任北京港湾网络有限公司软件工程师，自 2012 年 7 月起任职于本公司，并于 2020 年 4 月起担任本公司副总经理。2022 年 3 月起担任公司总经理，2022 年 4 月担任公司董事。
黄志军	董事、副总经理	自 2003 年 7 月至 2004 年 3 月担任 Synopsys Inc. 高级工程师，自 2004 年 3 月至 2009 年 3 月担任 Magma Design Automation Inc. 资深工程师、经理，自 2009 年 3 月至 2011 年 2 月担任 Atoptech Inc. 资深工程师，自 2011 年 2 月至 2012 年 2 月担任 Magma Design Automation Inc. 软件架构师，自 2012 年 2 月至 2012 年 8 月担任 Synopsys Inc. 资深主任工程师，自 2012 年 9 月起入职本公司，自 2015 年 2 月起担任本公司董事，自 2020 年 4 月起担任本公司副总经理。
蒋毅敏	董事	自 1998 年 9 月至 2005 年 1 月担任美国休斯电子公司高级研究员，自 2005 年 5 月至 2011 年 11 月担任中天联科有限公司首席技术官，自 2011 年 12 月至 2014 年 3 月担任新能聚信 (北京) 科技有限公司董事长，自 2012 年 8 月至 2018 年 11 月担任江苏新能聚信信息科技有限公司董事长，自 2014 年 3 月起担任迅捷联动 (北京) 科技有限公司董事长，自 2015 年 7 月起担任迅捷联动 (北京) 信息技术有限公司董事，自 2015 年 2 月起担任本公司董事。
郑珊	董事	曾任职于北京亦庄国际投资发展有限公司，自 2021 年 7 月起担任华芯投资管理有限责任公司投资二部投资经理。
袁智皓	职工监事、核心技术人员	自 2006 年 3 月至 2013 年 1 月担任上海莱迪思半导体有限公司产品部产品工程师、产品工程经理，自 2013 年 2 月起任职于本公司，现担任本公司产品工程高级总监，并自 2020 年 12 月起担任本公司监事。
赵永胜	副总经理、核心技术人员	自 1999 年 7 月至 2002 年 4 月担任韩国光电子有限公司硬件设计工程师，自 2002 年 5 月至 2011 年 7 月担任上海莱迪思半导体有限公司硬件设计经理，自 2011 年 9 月至 2012 年 8 月担任复旦微电子硬件设计高级工程师，自 2012 年 9 月起任职于本公司，并于 2020 年 4 月起担任本公司副总经理。
王元	核心技术人员	自 2000 年 7 月至 2001 年 4 月担任科广微电子 (上海) 有限公司硬件工程师，自 2005 年 7 月至 2006 年 6 月担任英特尔 (上海) 有限公司设计工程师，自 2006 年 6 月至 2012 年 10 月担任复旦大学工程实验工程师，自 2012 年 11 月起任职于本公司，现担任本公司产品研发部高级总监。
吴智	核心技术人员	自 1996 年 5 月至 1996 年 12 月担任摩托罗拉 (中国) 电子有限公司天津分公司工程师，自 2000 年 2 月至 2010 年 8 月担任泰鼎多媒体 (上海) 有限公司研发部资深经理，自 2010 年 8 月至 2015 年 3 月担任矽映电子科技 (上海) 有限公司研发部总监，自 2015 年 3 月至 2019 年 3 月担任上海莱迪思半导体有限公司研发部总监，自 2019 年 3 月起任职于本公司，现担任本公司产品研发部高级总监。
谢丁	核心技术人员	自 2011 年 7 月至 2012 年 12 月担任美满电子科技股份有限公司软件工程师，自 2012 年 12 月起任职于本公司，现担任本公司产品研发部高级总监。
边立剑	核心技术人员	自 2001 年 7 月至 2004 年 11 月担任杰尔系统 (上海) 有限公司工程师，自 2004 年 11 月至 2004 年 12 月担任英特尔科技 (上海) 有限公司工程师，自 2004 年 12 月至 2006 年 11 月担任蓝竹电子设备 (上海) 有限公司高级工程师，自 2006 年 11 月至 2010 年 4 月担任世芯电子 (上海) 有限公司研发部经理，自 2010 年 4 月至 2012 年 2 月担任芯原微电子 (上海) 有限公司研发部高级经理，自 2012 年 2 月至 2018 年 7 月担任超威半导体 (上海) 有限公司研发部高级经理，自 2018 年 7 月起任职于本公司，现担任本公司产品研发部总监。

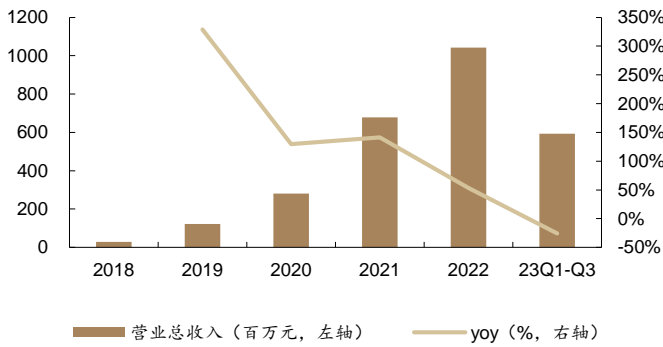
资料来源：公司公告，德邦研究所

1.3. 财务分析：研发投入已顺利转化为业绩，公司实现扭亏为盈

公司业绩长期受益于国产替代，2023 年新产品的推广仍有望驱动业绩。2018-2022 年，公司主营业务收入分别为 0.3/1.2/2.8/6.8/10.4 亿元，同比增长 329%/130%/141%/54%。2019 和 2020 年业绩增速较快，主要由于半导体行业芯片国产化的发展战略和国内科技企业自主可控的采购战略推动了市场对国产 FPGA 芯片的需求，公司作为国内为数不多且技术领先的 FPGA 芯片厂商受益明显。在此期间公司不断有新产品推出和国产替代导入，得以持续保持较高增速。2023H1，公司实现营业收入 4.04 亿元，同比减少 21.68%，主要由于终端市场需求低迷影响，公司产品整体出货量较上年同期有所下滑，且不少新产品或型号尚处于导入期。随着新产品的市场拓展与客户导入，公司有望于 2023H2 实现新产品的规模销售。

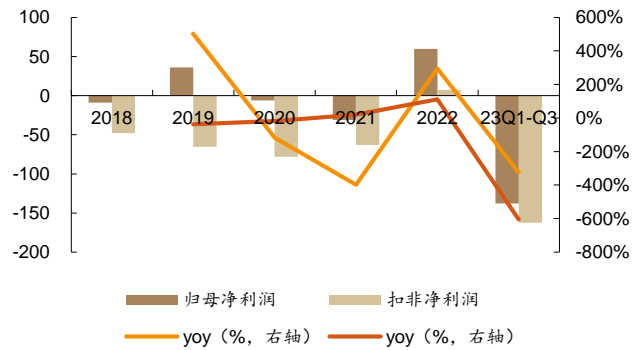
公司长期受益于政府补助金额,非经常性损益金额占比较大。2018-2022年,公司非经常性损益金额达到0.4/1.0/0.7/0.3/0.5亿元,其中,政府补助占比分别达99%/97%/95%/75%/57%,对公司早期研发投入起到重要的支撑作用。

图 8: 公司营业收入情况



资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

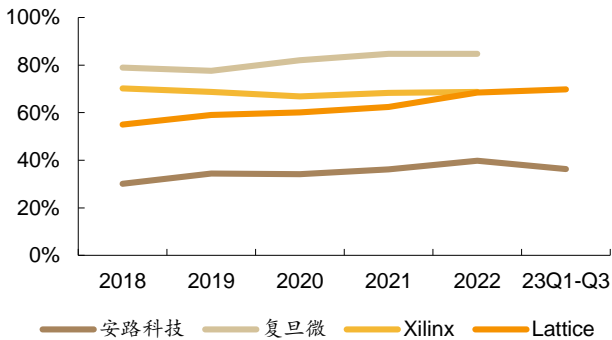
图 9: 公司归母净利润与扣非净利润情况 (单位: 百万元)



资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

公司毛利率持续上涨,产品结构的改善起到重要作用。通过与其他 FPGA 公司对比,安路科技毛利率略低的原因在于: 1) 海外厂商 Xilinx 和 Lattice 都是行业内领先的 FPGA 公司,产品矩阵的丰富度以及产品价格方面均有优势,因此整体毛利率较高; 2) 复旦微 FPGA 产品主要应用于高可靠等特定领域,毛利率水平也普遍较高。安路科技的主要优势在于小型 FPGA 产品的市场基础扎实,在工业控制、LED 等行业出货量较大。在产品推出早期(也即 2018 年),公司产品结构主要由毛利率偏低的 EAGLE 高性价比系列芯片构成。2019 年度,毛利率较高的 ELF 低功耗系列芯片产品销量大幅增长,推动了公司主营业务毛利率的提升。2020 年虽已推出毛利率较高的 PHOENIX 系列,但仍处于市场推广阶段;而随着 2021/2022 年 PHOENIX 产品快速增长,公司毛利率快速提升至 36.24%/39.81%。

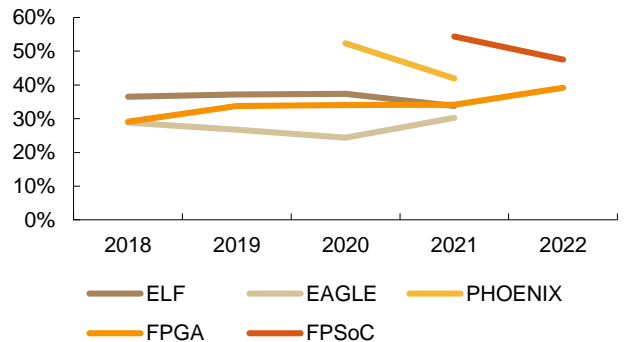
图 10: FPGA 公司毛利率对比 (口径: FPGA 业务)



资料来源: 各公司公告, Wind, 德邦研究所

注: Xilinx、Lattice 为财年/财季数据,其中, Xilinx 公司 2022 年仅更新至三季报 FY22Q3, 本表 2022 年 Xilinx 毛利率以 FY22Q3 数据替代; 复旦微公司主营业务较多, 本图采用“FPGA 及其他芯片”细分口径数据

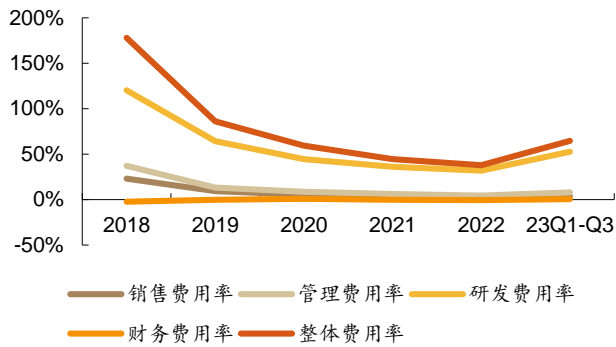
图 11: 公司分业务毛利率情况



资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

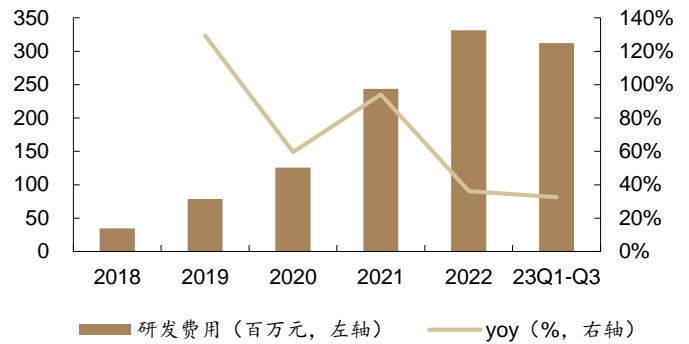
公司研发投入较大,2022 年已实现扭亏为盈。公司 2018-2022 年研发费用分别为 0.3/0.8/1.3/2.4/3.3 亿元,对应研发费用率达到 120%/64%/45%/36%/32%,与国内外可比公司研发费用率相比均处于第一梯队。海外 FPGA 设计厂商的研发费用率基本维持在 15-30% 区间内,随着安路科技的营收体量不断提升,研发费用率也逐步回归与可比公司相对一致的水平。盈利方面,2018-2022 年,公司归母净利润分别为 -0.09/0.36/-0.06/-0.31/0.60 亿元,在经历了长期的高研发投入和亏损阶段后,公司于 2022 年实现了研发投入向盈利的转化,2022 年归母净利润和扣非净利润同比均实现扭亏为盈。

图 12: 公司费率情况



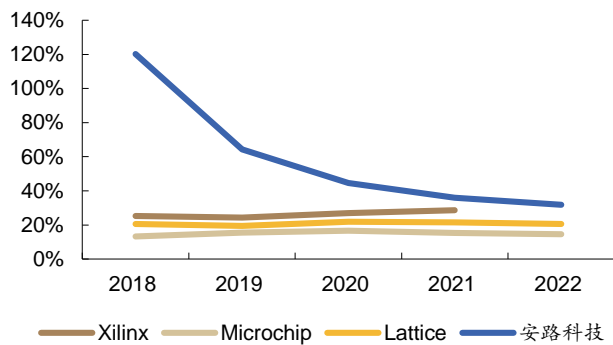
资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

图 13: 公司研发费用情况



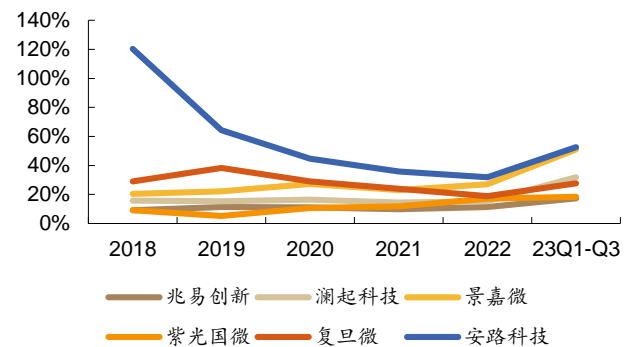
资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

图 14: 海外可比公司研发费用率情况



资料来源: 各公司公告, Wind, 德邦研究所

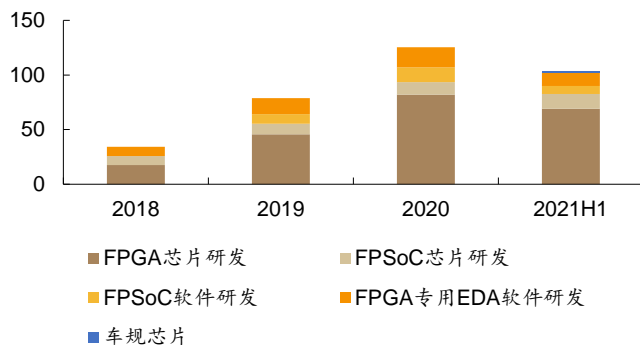
图 15: 国内可比公司研发费用率情况



资料来源: 各公司公告, Wind, 德邦研究所

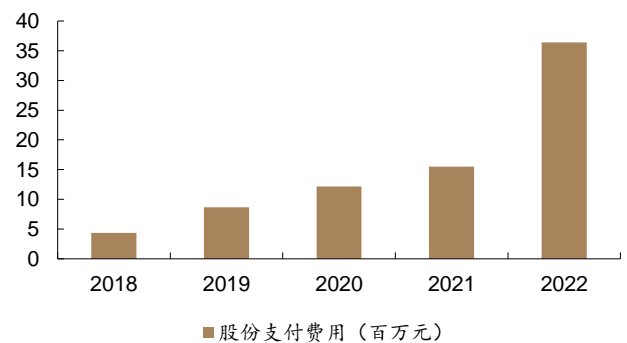
在研发费用的构成上, 公司十分注重与 FPGA 产品使用效果息息相关的专用 EDA 工具的研发。安路科技共有两套自研 EDA 工具——TangDynasty、FutureDynasty, 分别是 FPGA 和 FPSoC 的集成开发环境, 其中 FutureDynasty 可以实现 RISC-V 工程的编译与调试, 根据其招股书披露数据, 2018-2021H1, FPGA 及 FPSoC 软件研发相关投入分别占总研发投入的 25%/30%/26%/19%, 同时兼顾软件与硬件的研发也是公司研发投入较高的原因。

图 16: 公司分业务研发费用情况 (单位: 百万元)



资料来源: 公司招股书, 德邦研究所

图 17: 公司股份支付费用



资料来源: 公司招股书, 公司公告, 德邦研究所

表 3: 公司股权激励情况——2022 年限制性股票激励计划

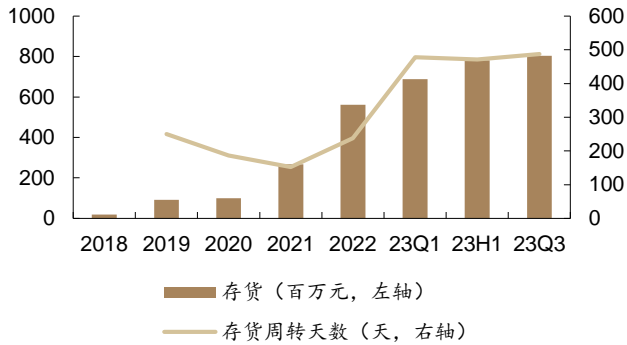
	授予的限制性股票数量 (万股)	预计激励成本 (万元)	2022 年 (万元)	2023 年 (万元)	2024 年 (万元)	2025 年 (万元)	2026 年 (万元)
首次授予	320.00	9,851.09	2,935.88	3,664.99	1,984.97	995.51	269.74
预留授予	80.00	2,214.61	-	744.23	901.80	441.85	126.73

资料来源: 公司公告《关于向激励对象授予限制性股票的公告》, 公司公告《关于向激励对象授予预留部分限制性股票的公告》, 德邦研究所

公司存货跟随公司业务规模扩大而相应提高，23H1 末库存情况略有好转。2021/2022/2023Q1 末，公司存货水平分别达到 2.68/5.61/6.88 亿元，对应存货周转天数依次提升至 153/238/478 天。从 2022 年末存货账面余额结构来看，库存商品 2.94 亿元（占比 51.2%），在存货中占据较大的比重；从存货减值计提结构来看，库存商品减值准备 1309 万元（占比 99.2%）。公司存货水平整体上受到 2022 年下游景气度的影响，与行业普遍情况较为一致。2023Q1-Q3，为保证供应链稳定，公司进一步提升了库存。

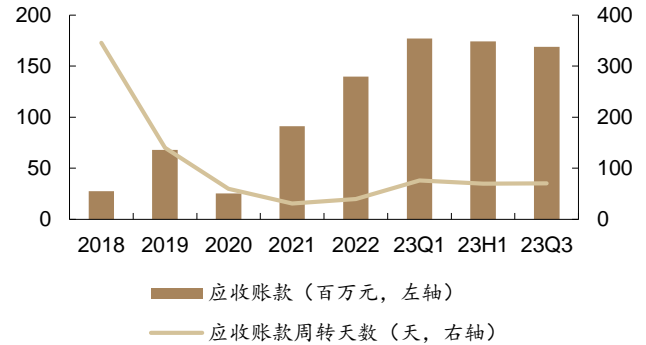
公司应收账款质量较高，回款速度持续提升。2018 年以来，公司持续加强应收账款管理和催收力度，使得应收账款回收速度加快。从应收账款账龄来看，3 个月以内（含 3 个月）账龄的应收款项占比逐年提升，2022 年占比已达到 98.8%。

图 18：存货与存货周转天数情况



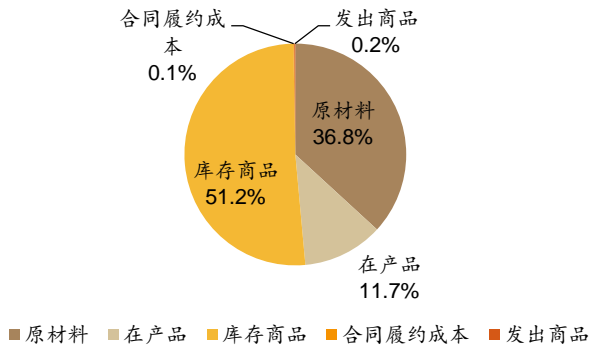
资料来源：公司公告，Wind，德邦研究所

图 19：应收账款与应收账款周转天数情况



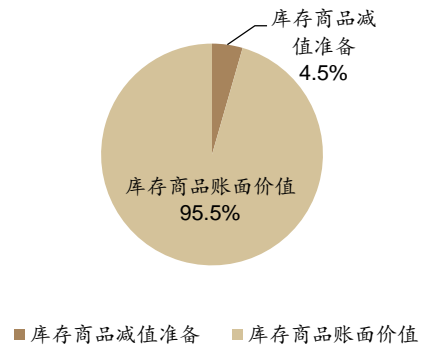
资料来源：公司公告，Wind，德邦研究所

图 20：2022 年末存货账面余额结构



资料来源：公司公告，Wind，德邦研究所

图 21：2022 年末库存商品会计结构



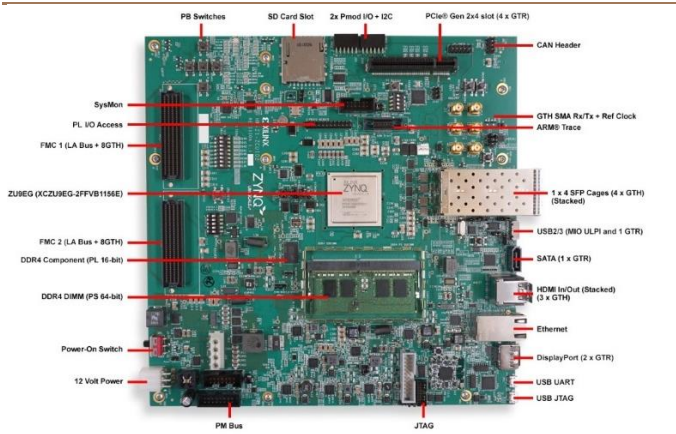
资料来源：公司公告，Wind，德邦研究所

2. FPGA：灵活普适的“万能”芯片，国产替代未来可期

2.1. 器件特点：硬件可编程为底，性能均衡适应多应用场景

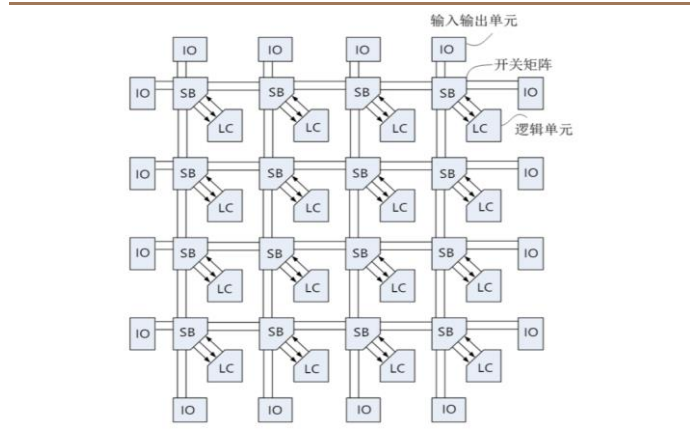
FPGA (Field Programmable Gate Array) 又称现场可编程门阵列，是在硅片上预先设计实现的具有可编程特性的集成电路，用户在使用过程中可以通过软件重新配置芯片内部的资源实现不同功能。通俗意义上讲，FPGA 芯片类似于集成电路中的积木，用户可根据各自的需求和想法，将其拼搭成不同的功能、特性的电路结构，以满足不同场景的应用需求。鉴于上述特性，**FPGA 芯片又被称作“万能”芯片。**

图 22：FPGA 开发板结构——以 ZCU102 为例



资料来源：AMD (Xilinx) 官网，德邦研究所

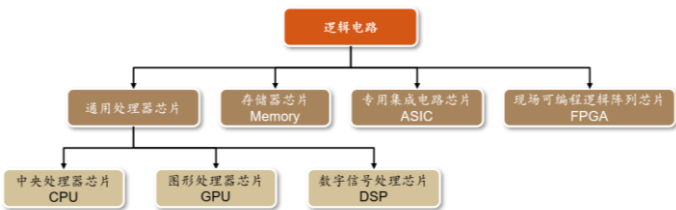
图 23：FPGA 芯片内部结构



资料来源：公司招股书，德邦研究所

FPGA 芯片属于逻辑芯片大类，未来向系统级趋势发展。逻辑芯片按功能可分为四大类芯片：通用处理器芯片(包含中央处理芯片 CPU、图形处理芯片 GPU，数字信号处理芯片 DSP 等)、存储器芯片(Memory)、专用集成电路芯片(ASIC)和现场可编程逻辑阵列芯片(FPGA)。FPGA 自 Xilinx 公司 1985 年发明以来，在硬件架构上从 PROM 阶段(简单的数字逻辑)到 PAL/GAL 阶段(“与”&“或”阵列)再到 CPLD/FPGA 阶段(超大规模电路)，到如今 FPGA 与 ASIC 技术融合、向系统级发展的 SoC FPGA/eFPGA 阶段。硬件水平整体趋向更大规模、更高灵活性、更优性能。

图 24：FPGA 芯片属于逻辑芯片大类



资料来源：公司招股书，德邦研究所

图 25：FPGA 大致的发展历程



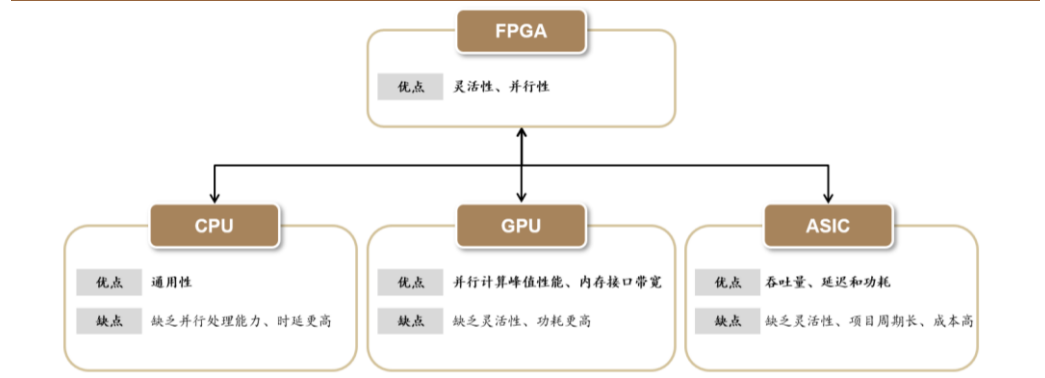
资料来源：OpenFPGA 公众号，德邦研究所

相较于其他逻辑芯片而言，**FPGA 在灵活性、性能、功耗、成本之间具有较好的平衡(据润和软件)：**

(1) 相较于 GPU，FPGA 在功耗和灵活性等方面具备优势。一方面，由于 GPU 采用大量的处理单元并且大量访问片外存储 SDRAM，其计算峰值更高，同时功耗也较高，FPGA 的平均功耗 (10W) 远低于 GPU 的平均功耗 (200W)，可有效改善散热问题；另一方面，GPU 在设计完成后无法改动硬件资源，而 FPGA 根据特定应用对硬件进行编程，更具灵活性。机器学习使用多条指令平行处理单一数据，FPGA 的定制化能力更能满足精确度较低、分散、非常规深度神经网络计算需求。

(2) 相较于 ASIC 芯片，FPGA 在项目初期具备短周期、高性价比的优势。ASIC 需从标准单元进行设计，当芯片的功能及性能需求发生变化时或者工艺进步时，ASIC 需重新投片，由此带来较高的沉没成本以及较长的开发周期；而 FPGA 具有编程、除错、再编程和重复操作等优点，可实现芯片功能重新配置，因此早期 FPGA 常作为定制化 ASIC 领域的半定制电路出现，被业内认为是构建原型和开发设计的较快推进的路径之一。

图 26: FPGA 与其他逻辑芯片的比较



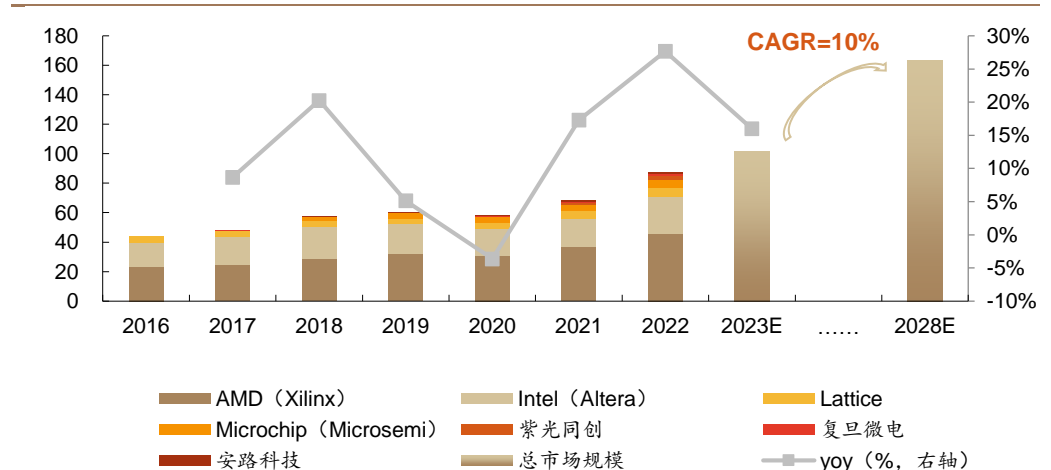
资料来源：复旦微招股书，润和软件，德邦研究所

2.2. 市场空间：FPGA 市场空间超行业预期，打开未来想象空间

数据中心驱动力显现，FPGA 未来市场空间仍然广阔。2022 年 FPGA 行业受益于数据中心行业发展的驱动，市场规模迎来爆发式增长，同比增速接近 30%，远高于 Frost&Sullivan 曾经的预测数据 15.7%。由于该统计数据仅截至 2019 年，因此我们对 FPGA 市场规模进行重新测算。我们对全球主流 FPGA 芯片公司的收入数据进行不完全统计，由于 FPGA 市场集中度高（2019 年全球 FPGA 按出货量口径市场份额 CR4 达到 94.4%），因此图 27 所列示的公司营收数据大致可以代表全球 FPGA 市场规模。

长期来看，根据 FPGA 龙头厂商 Intel (Altera) 于 2023 年年中给出的市场预测，2023 年市场增长预计将超过 16%，未来 5 年的增长势头向好，预计将继续保持 10% 以上的复合年均增长率。由 AI 行情引发的大模型热潮仍将持续推动 AI 服务器对于算力部署的需求，FPGA 有望依托于高灵活性、低功耗等特征持续受益于 AI 服务器市场的增长。

图 27: 全球 FPGA 市场规模测算 (亿美元，不完全统计)



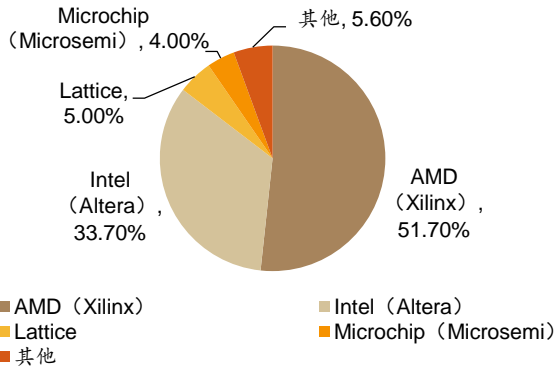
资料来源：各公司公告，Wind，英特尔 FPGA 官微，德邦研究所测算

注：Xilinx 收入数据为财年换算为历年后的数值；Microsemi 未公开 2016/2017 年的收入拆分数据，本表未予以计入

2.3. 竞争格局：AMD、Intel 双寡头主导市场，中端市场国产化机遇显现

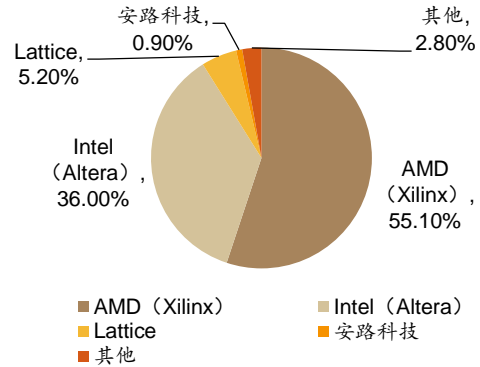
全球市场竞争格局稳定，国际龙头占据绝对市场份额。根据 Frost&Sullivan 数据，2019 年全球前四大 FPGA 厂商合计占据 94.4% 的市场份额，其中，AMD (Xilinx)、Intel (Altera) 分别占据 51.7%、33.7% 的绝对份额，具有难以撼动的市场地位。

图 28：2019 年全球 FPGA 市场竞争格局（出货量口径）



资料来源：Frost&Sullivan，安路科技招股书，德邦研究所

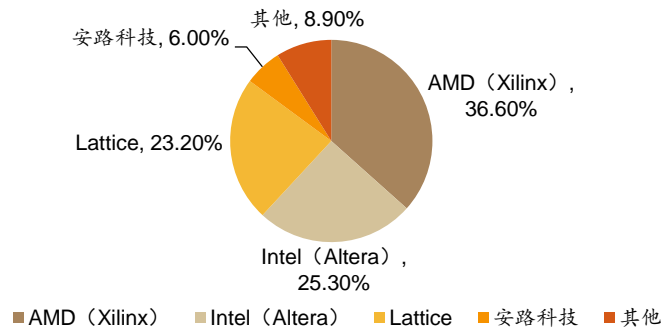
图 29：2019 年中国 FPGA 市场竞争格局（销售额口径）



资料来源：Frost&Sullivan，安路科技招股书问询函回复，德邦研究所

中国市场竞争格局主要呈现两大特点：（1）国产 FPGA 厂商开始崛起。近年来，随着国产替代趋势渐渐进入 FPGA 市场，国产 FPGA 厂商已占有一席之地。据我们测算，主要国产 FPGA 设计公司合计营业收入自 2018 年的 2 亿元增长至 2022 年的 33 亿元，2022 年全球市占率已超过 5%（按本文 2.2 测算口径），国产化进程大步推进。（2）国际龙头厂商在中国市场的占有率略低于全球市场（出货量口径）。2019 年，AMD (Xilinx)、Intel (Altera) 在中国市场的份额为 36.6%/25.3%（出货量口径），低于其在全球市场 51.7%/33.7% 的份额。

图 30：2019 年中国 FPGA 市场竞争格局（出货量口径）



资料来源：Frost&Sullivan，安路科技招股书，德邦研究所

从供给侧看：国际龙头对中端 FPGA 投入放缓，中端市场迎来机遇。2022 年 9 月，AMD 宣布 Xilinx 7 系列产品的生命周期将至少延长至 2035 年，这意味着在中端 FPGA 领域，AMD 的战略是维持旧有市场，而非增加投入。这为原本在低端市场发展的 FPGA 厂商带来机遇。

图 31：AMD 宣布 Xilinx 7 系列产品的生命周期将至少延长至 2035 年

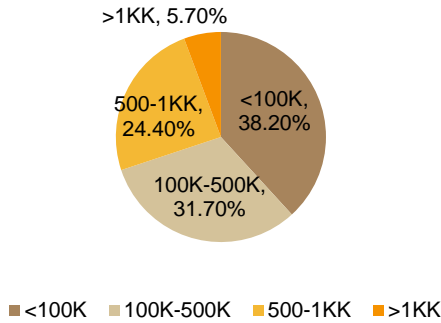
安心设计

AMD 郑重承诺支持长产品生命周期。我们很高兴正式宣布，对所有 7 系列 FPGA 和自适应 SoC 的支持将至少延长至 2035 年。这其中包括我们的成本优化型 Spartan™ 7 和 Artix™ 7 FPGA、我们的整个 Zynq™ 7000 SoC 产品组合，以及 Kintex™ 7 与 Virtex™ 7 FPGA。所有速率和温度等级均包含在内。

资料来源：AMD (Xilinx) 官网，德邦研究所

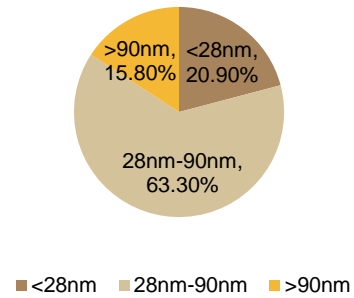
从需求侧看：中国 FPGA 市场目前以容量<500K、制程在 28-90nm 的产品为主，中低端市场空间更为广阔。根据 Frost&Sullivan 数据，（1）按逻辑单元拆分，目前 100K 以下逻辑单元的 FPGA 芯片仍是市场需求量最大的部分，其次为 100K-500K 逻辑单元部分。500K 以下逻辑单元的 FPGA 芯片合计占有 69.9% 的市场份额（2019 年中国市场，销售额口径）。（2）按制程拆分，目前 28nm-90nm 制程区间内的 FPGA 芯片由于其较高的性价比与较高的良品率依然占据了市场中 63.3% 的份额（2019 年中国市场，销售额口径）。此外，由于先进制程产品具有更低功耗与面积和更高的性能，28nm 以下制程的 FPGA 芯片预计将快速发展。

图 32：2019 年中国 FPGA 市场按逻辑单元拆分（销售额口径）



资料来源：Frost&Sullivan，安路科技招股书，德邦研究所

图 33：2019 年中国 FPGA 市场按制程拆分（销售额口径）

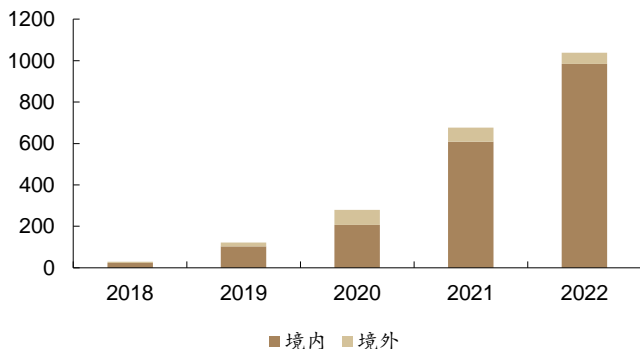


资料来源：Frost&Sullivan，安路科技招股书，德邦研究所

2.4. 国产替代逻辑：锚定逻辑单元逐级替代，新料号推出拓展新市场

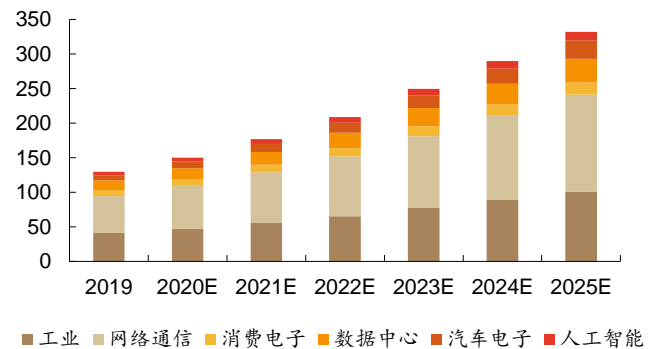
公司目前主要立足于国内市场，行业国产替代趋势为公司业绩增长贡献重要驱动力。公司 2018-2022 年主营业务境内销售收入占公司当期主营业务收入的比例分别为 81%、86%、74%、90%、95%。其中，公司境外销售地区全部为香港特别行政区，境外客户均为经销商位于香港的贸易平台。我们测算 2022 年中国市场 FPGA 国产化率约为 15.9%（假设为：国产 FPGA 设计公司主要面向中国市场销售；按 Frost&Sullivan 预测口径；未考虑规模相对较小的国产非上市公司），国产替代进程尚处于早期阶段，诸多高端应用领域仍掣肘于国际巨头。

图 34：公司主营业务收入结构——按地区（单位：百万元）



资料来源：公司招股书，公司公告，德邦研究所

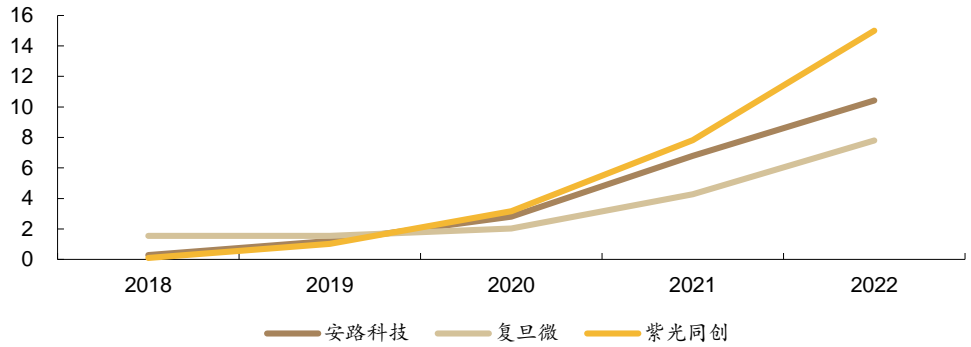
图 35：中国 FPGA 市场规模预测——按应用领域（单位：亿元）



资料来源：Frost&Sullivan，公司招股书，德邦研究所

通过将产品线与营收体量对比来看，先进制程对 FPGA 厂商营收带动明显。复旦微进入市场较早，2018 年其 FPGA 营收显著高于安路科技、紫光同创。随着 2020 年安路科技与紫光同创相继推出 28nm 新制程产品，营收体量快速成长，2019-2022 年营收 CAGR 分别达到 104%、145%，略快于复旦微 71% 的 CAGR 增速。我们预计，随着国产 FPGA 公司新料号的逐步推出，国产替代的可触达空间有望不断提升，国产化推进有望迎来可观增量。

图 36: 国产 FPGA 公司营收 (单位: 亿元; 口径: FPGA 业务)



资料来源: 各公司公告, Wind, 紫光同创官网, 德邦研究所

注: 复旦微公司主营业务较多, 本图采用“FPGA 及其他芯片”细分口径数据; 紫光同创 2022 年数据使用公司官网披露数据

FPGA 国产替代路线梳理:

我们根据 AMD (Xilinx) 的官网信息对其 FPGA 及自适应 SoC 产品进行梳理。根据参考安路科技招股书问询函回复中的描述, 我们大致将 FPGA 芯片按逻辑单元数量划分产品定位: 将逻辑单元数在 100K 及以下的产品定位为低端产品, 将 100K-600K 的产品定位为中端产品, 将 600K 及以上的产品定位为高端产品。

通过梳理可以看出, 国际龙头厂商产品矩阵完整性高, 覆盖面广。经过数十年的发展, 已形成全面覆盖从数十 K 至数千 K 个逻辑单元量级、从低端到高端的全系列产品线, 已可对工业控制、网络通信、消费电子、数据中心、汽车电子、人工智能等主要下游领域形成全面覆盖。

表 4: AMD (Xilinx) FPGA 高/中/低端产品系列对比

	VIRTEX			KINTEX			ARTIX		SPARTAN	
	UltraScale+	UltraScale	7	UltraScale+	UltraScale	7	UltraScale+	7	7	6
产品定位	高端	高端	中高端	中高端	中高端	中低端	中低端	中低端	低端	低端
制程	16nm	20nm	28nm	16nm	20nm	28nm	16nm	28nm	28nm	45nm
逻辑单元 (K)	862-3780	783-5541	326-1955	356-1843	318-1451	66-478	82-308	13-215	6-102	4-147
开发板价格 (美元)	9066	7770-20730	8094-19434	3882	3882	-	1350	159-1678	99-836	2994
应用领域:										
工业							机器视觉	机器视觉照相	√	√
通信	5G 基带、有线通信、雷达	400G 网络	10G 至 100G 联网、便携式雷达	PON 接入、移动回程	TD-LTE 无线单元	3G/4G 无线	安全联网	软件定义无线电、低端无线回传		
消费电子							平板显示器、video over IP 解决方案	4K UHD 视频转换器	√	√
汽车电子									√	√
数据中心	计算加速	数据中心网络加速								
其他	测试和测量	ASIC 原型设计/仿真	ASIC 原型设计	医疗超声波图像处理						

资料来源: AMD (Xilinx) 官网, 德邦研究所

注: 开发板价格信息截至 2023 年 8 月 10 日官网披露

从国产替代的紧迫性上看, FPGA 在工业领域面对的主要下游应用是伺服电机。在通信应用中, FPGA 则直接面向基站、雷达、卫星等关乎国计民生甚至国防安全的领域, 具有重要的战略意义。FPGA 在数据中心、AI 领域更是重要的计算芯片类别, 可以作为异构计算的关键一环, 起到加速计算的作用。以上几个领域几乎占据了国内 FPGA 市场接近 90% 的份额 (2019 年, Frost & Sullivan 数据), FPGA 的自主可控需求可以得见。

表 5: AMD (Xilinx) 自适应 SoC 高/中/低端产品系列对比

	ZYNQ			VERSAL				
	7000 SoC	UltraScale+ MPSoC	UltraScale+ RFSoc	AI Core	AI Edge	Prime	Premium	HBM
产品定位	中低端	中高端	中高端	高端	中高端	中高端	高端	高端
制程	28nm	16nm	16nm	7nm	7nm	7nm	7nm	7nm
开发板价格 (美元)	149-1160	159-3234	11658-15546	13195	-	9345	17995	14995
逻辑单元 (K)	23-444	81-1143	328-930	540-1968	44-1139	329-2233	833-7326	3837-5631
PCIe		√	√	√	√	√	√	√
Ethernet				√	√	√	√	√
AI 引擎				√	√		√	
NoC 架构				√	√	√		
应用领域:								
工业	多轴马达控制、机器视觉、可编程逻辑控制器			工业物联网 协作机器人				
通信	小型蜂窝基站、电信级以太网回传	5G 无线	5G 及 LTE 无线技术、远程 PHY 支持	5G 无线电与波束成形、相控阵雷达、数字阵雷达、无线测试设备	卫星通信	无人机和多任务有效载荷	5GxHaul、无相控阵雷达、源光网、通信测试设备	核心交通网 新一代防火墙
消费电子								
汽车电子	ADAS	ADAS	ADAS 和自动驾驶					
数据中心				数据中心计算	存储加速、数据中心的可扩展机器学习加速、数据中心网络加快速度、数据中计算预处理与缓冲			
其他	医疗内窥镜、专业相机、多功能打印机		测试与测量	医疗图像处理、面向智能城市的视频处理	超声成像		测试和测量	应用性能测试设备

资料来源: AMD (Xilinx) 官网, 德邦研究所

注: 开发板价格信息截至 2023 年 8 月 10 日官网披露

国产 FPGA 芯片公司竞争格局:

国产 FPGA 公司目前主要有 10 家左右, 按公司成立时间顺序依次为: 复旦微电子 (1998)、成都华微电子 (2000)、紫光国微 (2001)、安路科技 (2011)、西安智多晶 (2012)、紫光同创 (2013)、高云半导体 (2014)、上海遨格芯 (2015)、京微齐力 (2017)、中科亿海微 (2017)。其中, 紫光同创为紫光国微子公司, 二者业务不尽相同。

在民用市场中, 紫光同创和安路科技是国内领先的 FPGA 芯片设计公司。2020 年, 二者相继到达 28nm 制程, 从低端 FPGA 顺利过渡到中端 FPGA 市场。在这一竞争阶段 (100K 产品), 安路科技在 SERDES 速率上相对占优, PHOENIX1 系列的 127K 产品速率达到 16Gbps, 高于紫光同创 Logos-2 系列的 6.6Gbps。紫光同创随即于 2021 年推出 Titan-2 系列 72K-160K 产品, SERDES 速率也能达到 13Gbps, 接近于安路科技的水平。随后进入下一竞争阶段 (400K 产品), 紫光同创率先于 2022 年推出 Titan-2 系列 390K 产品, 并推向市场。安路科技的 400K 产品截至招股书发布 (2021 年 11 月 9 日) 时已成功流片, 近期也有 PH1A400 产品于 2023 慕尼黑上海电子展展出; 据招股书披露, 600K 产品以及下一代 PHOENIX2 系列已在研发过程中。

除紫光同创和安路科技以外, 高云半导体也是 FPGA 领域颇具亮点的非上市公司。作为国内第一家大规模出货车规 FPGA 芯片的原厂, 公司的车规方案目前已在市场上数十款汽车上使用, 截至 2021 年 9 月/2022 年 4 月, 公司 FPGA 产品在汽车电子市场累计出货量已分别突破 100/200 万片。

在特种集成电路市场中, 复旦微电、成都华微、紫光国微均为成立时间较为久远的公司, 在产品技术方面同处于国内特种领域领先地位。其中, 复旦微电、成都华微均有推出基于 28nm 的 700K 产品。

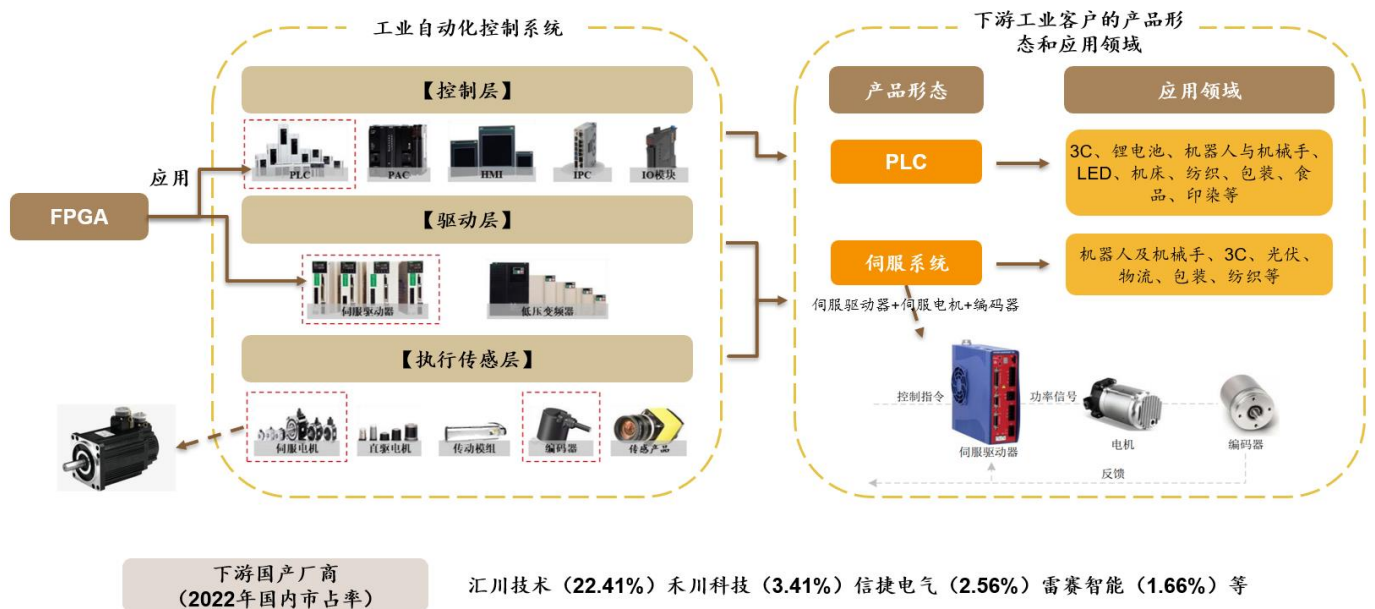
3. 工业控制领域：面向多细分领域，硬件算法优势尽显

3.1. 工业自动化：FPGA 是伺服系统中的核心零部件

工业自动化的应用核心是各类工业自动化控制设备和系统，其产品从功能上可以划分为控制层、驱动层和执行传感层。FPGA 器件是 PLC 和伺服驱动器的核心部件。在 PLC 中 FPGA 作为控制核心，负责 IO 管理和总线通信功能；在伺服驱动器，FPGA 负责快速运动控制算法和总线通信功能。

- **PLC (Programmable Logic Controller, 可编程控制器)** 处于运动控制的最上层 (控制层)，是设备自动化/产线自动化及流程工业的“大脑”，可通过数字或模拟输入/输出，控制各类机械或生产过程。
- **伺服系统 (Servo System)** 是使物体的位置、方位、状态等输出量，随着输入量的任意变化而变化的自动控制系统，是工业自动化的关键零部件，是实现精准定位、精准运动的必要途径。伺服系统主要由**伺服驱动器 (驱动层)**、**伺服电机和编码器 (执行传感层)** 组成，编码器通常嵌入于伺服电机。

图 37: FPGA 在工业自动化控制系统中的应用



资料来源：汇川技术招股书，禾川科技招股书，固高科技招股书注册稿，安路科技官微，MIR 睿工业，禾川科技可转债募集书，德邦研究所注：电机，motor，音译为马达；图示市占率数据为国内通用伺服市场数据

表 6: 运动控制系统的主干

产品	地位	功能作用	工艺流程	核心技术指标
控制器	处于运动控制的最上层，即控制层	通过与信息层进行信息交互，将操作指令转换为机器可以识别和执行的程序，从而实现整个运动控制系统的远程控制及监控，相当于运动控制系统的“大脑”	涉及软件烧录	控制轴数、最高脉冲频率、速度规划、插补精度 (直线、圆弧等)、位置比较输出等
驱动器	处于运动控制的中层，即驱动层	接收控制器发出的指令要求，将控制信号转换为电流或电压信号，驱动电机完成相应的动作要求，相当于运动控制系统的“心脏”	涉及软件烧录	振动的抑制范围及模式、位置控制的精度及响应带宽、机械负载的辨识性能及自适应性等
电机	处于运动控制的最下层，即执行层	按所设定的力矩、速度、位置等指令信号完成相应的运动，相当于运动控制系统的“手脚”	不涉及软件烧录	转矩密度、功率密度、低速平稳性、振动噪音、效率等

资料来源：雷赛智能招股书，德邦研究所

芯片 (CPU 类 / FPGA 类) 和伺服系统的对应关系

1、PLC

PLC 往往以 CPU 作为控制核心, FPGA 的方案相对较少。PLC 一般由 CPU、电源、输入电路、输出电路、存储器和通信接口电路组成。随着技术的进步和完善, 运动控制器从以单片机、微处理器或专用芯片作为核心处理器, 发展到以 DSP 和 FPGA 作为核心处理器的通用开放式运动控制器。通过对 PLC 厂商汇川技术以及禾川科技产品系列的统计来看, 目前 PLC 产品的主流方案大多以 CPU 为控制核心。

表 7: 汇川技术 PLC 产品采用芯片情况

产品系列	智能机械控制器		中型 PLC				小型 PLC
	AC700	AC800	AM600	AM400	AM300	AM500	EASY
特点		高性能	通用型	经济型	纯网络型	标准型	全场景紧凑型
代表型号	AC703	AC812	AM600-CPU1608TN	AM401-CPU1608TN	AM320-0808TN	AM522-0808TN	Easy500-0808TN
芯片类型	Intel Celeron CPU Intel i7 CPU						国产四核 CPU
通信周期典型值	1ms 32 轴	250us-8 轴 500us-32 轴 4ms-256 轴	4ms 16 轴			1ms 4 轴	
带轴能力	32 轴	128+128 轴	≤32 轴 (推荐≤20)	≤4 轴	≤4 轴	16 轴	≤32 轴 (脉冲轴+Ethercat)

资料来源: 汇川技术官网, 德邦研究所

表 8: 禾川科技 PLC 产品采用芯片情况

产品型号	M 系列	R 系列		A 系列
		R8P	R2	A1P
特点	高性能中小型	高性能	通用型	简易型
芯片类型	CPU	CPU	CPU (Cortex M7+FPGA 的双核架构)	CPU
带轴能力	脉冲轴×4、Ethercat 总线轴×64、 Ethernet×1、RS485×2	8 轴	4 轴	2 轴

资料来源: 禾川科技官网, 禾川科技官微, 德邦研究所
注: 带轴能力仅统计该系列最高规格

PLC 向“积木化”控制的趋势发展, 更多先进的控制技术对 FPGA 提出应用需求。随着中国智能制造的推进以及下游厂家的生产智能化、个性化及柔性化要求日趋提高, 运动控制技术向高速响应、网络化、集成化的方向发展, 并且由原有的单体控制方式向“积木化”控制技术发展。其中, 单体脉冲控制技术所需的高速高精控制技术、多段插补技术、高速锁存技术均存在对 FPGA 的应用需求。FPGA 未来有望在 PLC 市场取得更多的应用渗透。

表 9: 单体控制技术的发展趋势

控制器技术	技术说明
单体脉冲控制技术	高速高精控制技术 基于 FPGA 的 S 型非对称曲线规划控制技术, 能够有效根据设备的机构特点规划适合的轨迹曲线, 从而能够在最短时间内完成最快的位置控制, 并能实现平稳的停止。
多段插补技术	随着对加工产品的精度和速度要求提高, 传统单段控制不能适用于各种异形加工产品在速度上和精度上的控制要求。基于 ARM+FPGA 多核架构, 实现最大 32 轴以内的直线插补以及空间圆弧、螺旋线插补。提出一种面向连续轨迹的动态前瞻算法。该算法根据加工轨迹的几何特征、误差、加减速要求, 计算出连续轨迹各段之间衔接处的最大允许速度, 实现连续轨迹的平滑过渡。
高速锁存技术	基于 FPGA 的高速锁存技术, 能够不受周期限制快速地捕捉从高速计数器所反馈的位置关系, 从而保证设备在运转过程中在几十纳秒内将外部位置直接反馈到控制板卡内并进行记录和保存, 有效提高设备的整体控制精度, 为后续逻辑动作提供精准的数据。
总线控制技术
智能化控制技术
专业化的快速定制技术

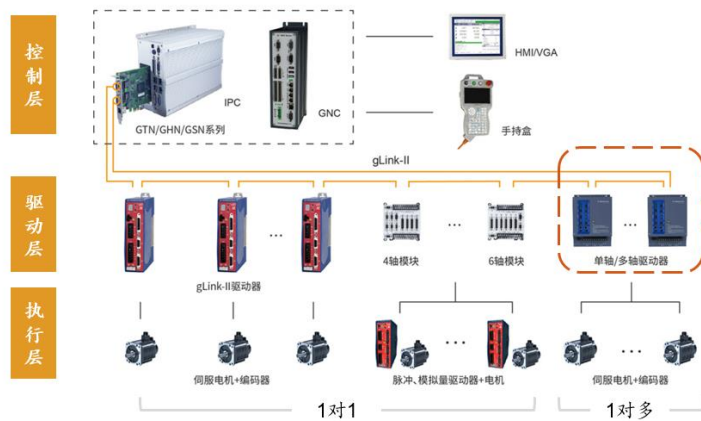
资料来源: 雷赛智能招股书, 德邦研究所

2、伺服驱动器

FPGA 在伺服驱动器中的应用较为广泛。在伺服驱动器中主要有功率板和控制板两大结构。其中，控制板部分是整个系统的控制核心，它通过相应的算法输出脉冲宽度调制 (PWM) 或脉冲频率调制 (PFM) 信号，作为驱动电路的驱动信号，来改变逆变器的输出功率，以达到控制交流伺服电机的目的。在 Xilinx 公司、Lattice 公司 (FPGA 公司) 的多轴马达控制系统中，控制板 (Control Board) 由 ARM/DSP 和 FPGA 共同组成；在汇川技术 (伺服驱动器公司) 官网的产品介绍中，其伺服驱动器产品也包含 MCU 和 FPGA 两类芯片。

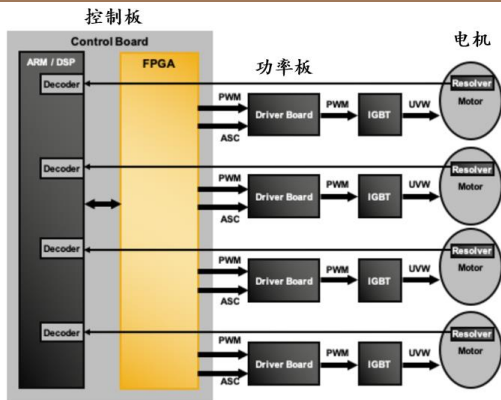
伺服驱动器包括单轴和多轴两种类型，因此在用量方面，FPGA 与伺服电机存在 1 对 1 或者 1 对多的关系。通过统计汇川技术的伺服驱动产品，MCU+FPGA 的芯片组合广泛应用于单轴/多轴伺服系统中。相较传统的只能控制单一马达的专用芯片，FPGA 芯片可以做到多通道的马达控制，在工控领域的应用中更具优势。

图 38: 运动控制系统层级结构



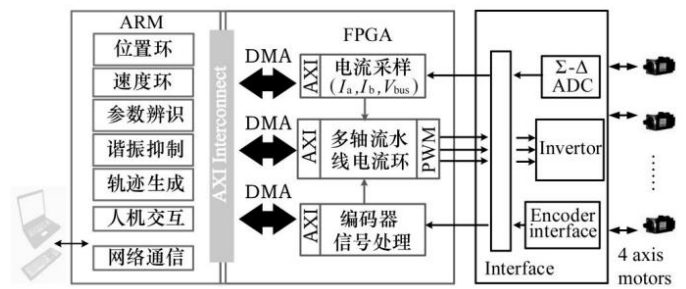
资料来源: 固高科技招股书注册稿, 德邦研究所

图 39: Lattice 多轴马达控制系统



资料来源: Lattice 官网, 德邦研究所

图 40: Xilinx ZYNQ-7020 多轴马达控制系统



资料来源: 何敏佳等《基于 SoC 的多轴驱动一体化平台设计》, 德邦研究所

表 10: 汇川技术伺服驱动器产品采用芯片情况

特点	单轴伺服系统					多轴伺服系统		
	SV680	SV670	SV660	SV630	IS650	SV660ND	SV630ND	IS810
采用芯片								
FPGA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MCU	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

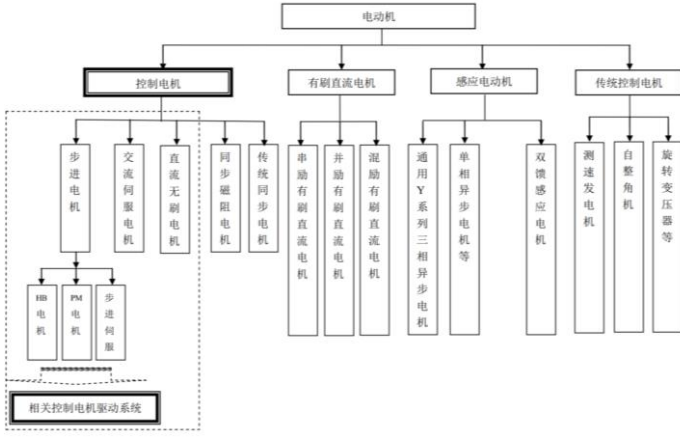
资料来源: 汇川技术官网, 德邦研究所

FPGA 在工控领域中的优势

优势#1: 算法硬件化+可编程, 灵活适配各类算法, 节省计算资源与时间

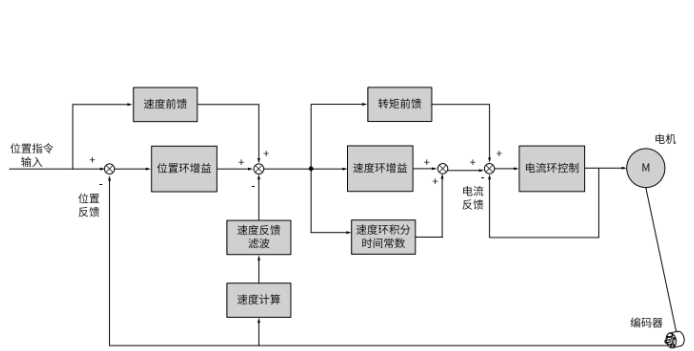
电机有控制电机与非控制电机之分, 非控制电机侧重电机在启动和运行过程中的**力能指标**, 控制电机更侧重**扭矩、转速、位置输出特性**, 而此三种特性分别由伺服系统的三个控制环路——**电流环/速度环/位置环**来实现。

图 41: 电机分为控制电机和非控制电机



资料来源: 鸣志电器招股书, 德邦研究所

图 42: 伺服系统的控制环路



资料来源: 汇川技术官网, 德邦研究所

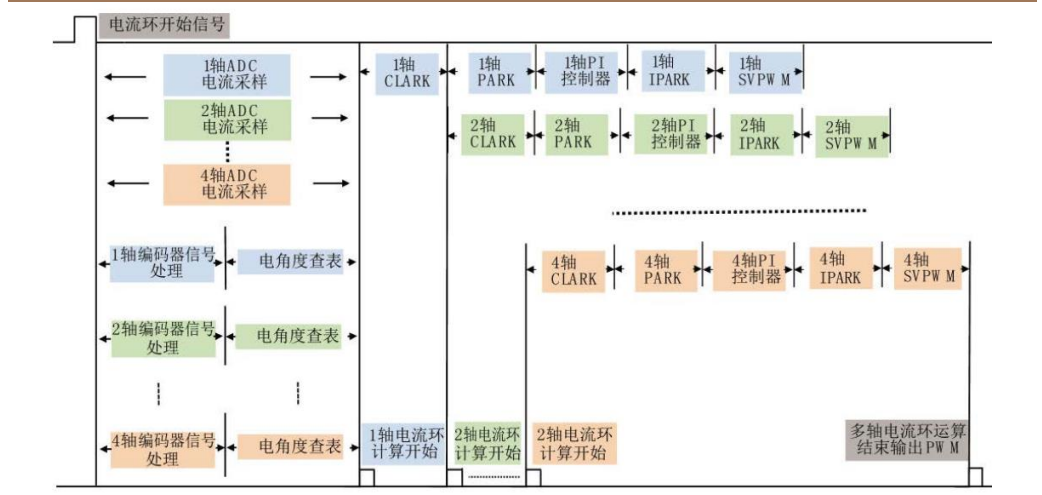
表 11: 电流环/速度环/位置环的控制功能

	功能
电流环	基于电机的控制, 本质上是对电机扭矩的控制。在电机为线性模型的情况下 (伺服电机一般工作在线性区), 扭矩的控制也就是对电机电流的控制。 电流环矢量控制是电机具有良好控制性能的基础。 电流环控制参数的优化配置, 以及和速度环控制参数的相互配合是一项关键的工作。
速度环	速度环决定了系统的最终动态响应特征。 传统的 PID 控制很难同时满足高动态响应和低超调的需求。加之, 实际的负载千差万别, 如何保证系统在期望的轨迹下运行, 需要对系统的控制模型进行深入研究。
位置环	位置环的控制是决定具有定位要求系统的重要性能。 位置环往往不允许有超调, 如数控机床的进给控制, 超调会直接导致工件报废。大部分系统的位置环只使用 PI 控制模型, 这将使得系统变慢, 降低了系统的工作效率。因而, 开发出准确快速无超调的位置环控制方法具有重要价值。

资料来源: 鸣志电器招股书, 德邦研究所

其中, 电流环是控制的根本, 在速度和位置控制的同时, 系统实际也在进行**电流 (转矩) 的控制**以达到对速度和位置的相应控制。随着工业自动化程度加深, 新的工业控制系统不断优化控制算法, 对于节省计算资源和时间消耗提出了更高的要求。

图 43: 多轴流水线电流环



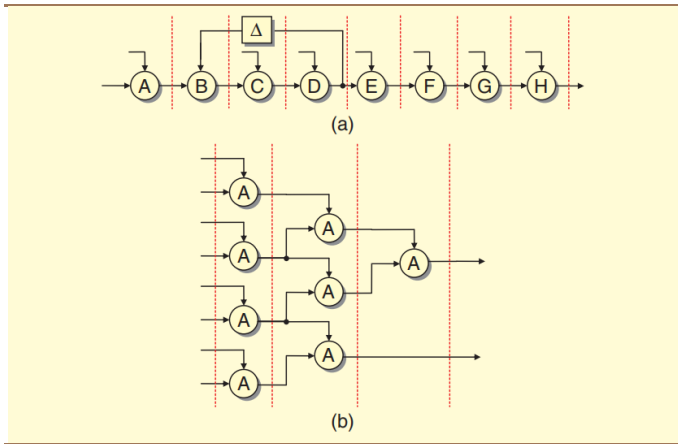
资料来源: 何敏佳等《基于 SoC 的多轴驱动一体化平台设计》, 德邦研究所

工业控制的算法实现, 大致有两类技术路径, 分别是 **MCU/DSP 的软件平台**

路径和 **FPGA** 的硬件算法实现路径。

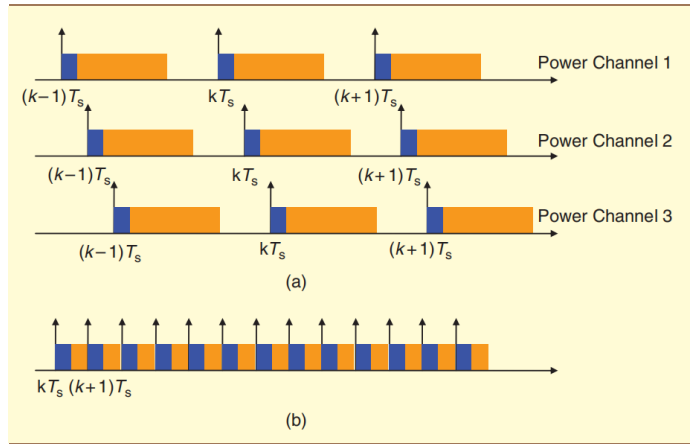
DSP 的优势在于技术和开发工具的成熟性以及相对较低的价格，但在实现控制算法的加速时会有技术方面的限制，且存在耗时更长的问题。**更好的算法加速方式是采用与算法要求相匹配的特定硬件体系结构**，以显著减少控制算法的执行时间。如左下图所示：(a) 是串行且复杂的算法，适合在通用处理器上实现；(b) 是并行性和规律性较强的算法，适合基于 **FPGA** 来实现。工业控制领域的算法大多处于中等复杂性区间，也存在并行计算的可能性，因此，**目前业界多采用通用处理器与 **FPGA** 相结合的方案。**

图 44：分别适合串行计算或并行计算的算法结构



资料来源：E. Monmasson 等《FPGA-based Controllers》，德邦研究所

图 45：多通道控制场景和 高频开关切换场景



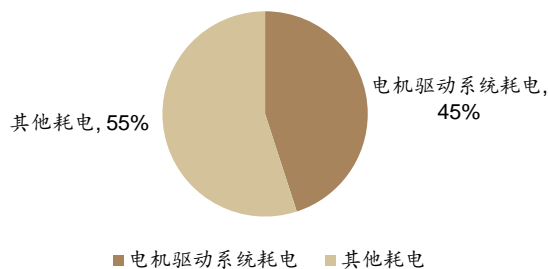
资料来源：E. Monmasson 等《FPGA-based Controllers》，德邦研究所

但在某些对性能有严格要求的应用领域，也会采用纯硬件 **FPGA** 架构，**FPGA** 可以充分发挥可编程性，以构建符合目标应用要求的特定硬件架构。如右上图所示，(a) 代表多通道控制方案，(b) 代表高频开关切换（高频采样）情形下的方案，以上两种场景均对硬件架构有较为明确的需求。

优势#2：电机驱动系统电力消耗严重，FPGA 有助于提升能效

目前驱动马达所消耗的电力占据了全球能源消耗的很大部分，根据 DIGITIMES 数据，电机驱动系统电力消耗在工业用电中约占 45%。针对于驱动电机的能耗问题，各国解决方向大多针对电机效率问题着手，积极推动置换高效率电机，但若从驱动电机及控制系统的角度改善电机能耗，往往能够达到数倍的提升。现代工业领域对伺服系统的控制算法和控制精度要求日益增高，而 **FPGA** 由于其功能强、速度快、灵活性大、设计周期短等特性被广泛应用到工业伺服领域。在节能环保的趋势下，未来各类能够精准控制马达并可以在单一芯片上实现控制多个马达的 **FPGA** 芯片将在工业控制领域得到更多应用。

图 46：电机驱动系统电力消耗在工业用电中约占 45%



资料来源：DIGITIMES，德邦研究所

优势#3: 分散领域的定制化需求, FPGA 的商业合理性

工业下游较为分散,存在定制化需求,FPGA 可以为用户提供较强的灵活性。工业控制设备面向的下游领域包括 3C 电子、光伏、锂电池、纺织、物流、机器人等等,各行各业对工业控制产品的要求存在差异化。FPGA 可以帮助用户,根据自己的实际需要进行功能配置,具有使用灵活性、产品开发周期、系统扩展性、并行运算加速等方面的优势。

表 12: 工业下游行业的定制化需求

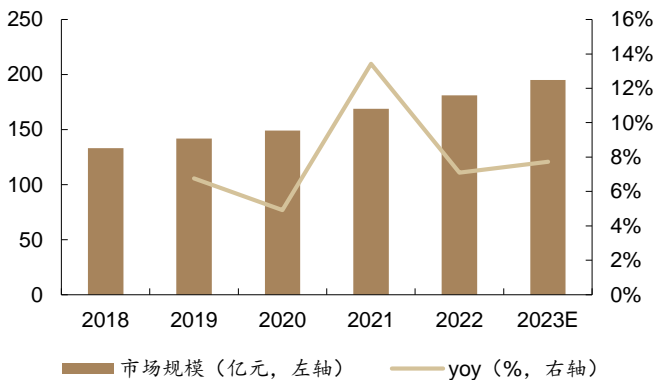
针对行业	行业解决方案简介
3C 电子	通过运动控制器搭配高精伺服系统组成整体解决方案,实现 3C 电子设备定位与速度控制需求
光伏	通过运动控制器搭配高精伺服系统组成整体解决方案,实现光伏电子设备定位与速度控制需求
锂电池	通过运动控制器搭配高精伺服系统组成整体解决方案,实现锂电设备张力、定位与速度控制需求
纺织	通过 PLC/运动控制器/专用单片机搭配高精度伺服与变频器组成整体解决方案,实现纺织设备张力、摆频、定位与速度等控制需求
物流	通过中型/小型 PLC 搭配视觉、总线伺服与变频器组成整体解决方案,实现物流设备的多轴高效速度与定位控制需求
机器人	通过机器人专用控制器搭配高精度伺服系统组成整体解决方案,实现机器人的多轴高响应定位控制需求

资料来源:禾川科技招股书,德邦研究所

3.1.1. 市场空间: 下游国产化率不断提升,为核心零部件国产替代孕育土壤

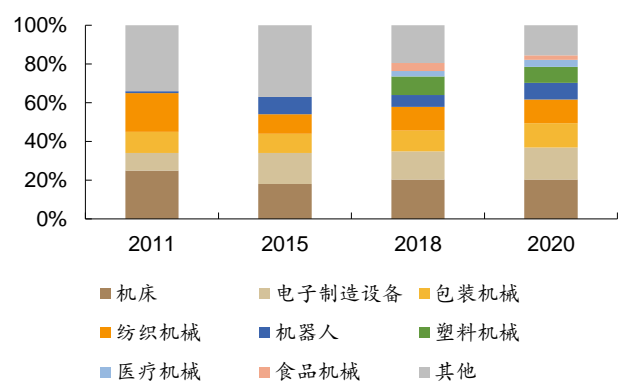
中国伺服电机市场规模保持增长趋势,预计 2023 年将达到 195 亿元。受到下游工业机器人、电子制造设备等产业扩张的影响,伺服电机在新兴产业应用规模也不断增长。2022 年中国伺服电机市场规模达 181 亿元,预计 2023 年市场规模将增长 8%至 195 亿元。分领域来看,下游行业占比格局较为稳定,2011 年至 2020 年各下游行业占比变化较小。中国伺服电机下游应用主要集中在机床,2020 年占比为 20.4%。其次分别为电子制造设备、包装机械、纺织机械、机器人、塑料机械、医疗机械及食品机械,2020 年占比分别为 16.5%、12.6%、12.1%、8.7%、8.2%、3.6%及 2.3%。

图 47: 中国伺服电机市场规模



资料来源:工控网,中商产业研究院,德邦研究所

图 48: 中国伺服电机下游行业占比



资料来源:工控网,前瞻产业研究院,德邦研究所

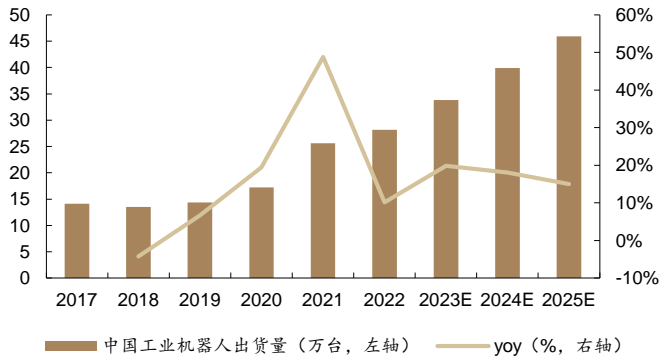
驱动力#1: 工业机器人市场快速增长,未来提升空间较大

核心零部件直接决定了工业机器人的性能、可靠性和负荷能力,对机器人整机起着至关重要的作用。伺服系统(伺服电机和伺服驱动)作为核心零部件之一,在高速、高精度、高可靠方面具有严格的要求,也占据了机器人价值量中的较大份额。Interact Analysis 研究显示,从市场规模来看,2022 年工业机器人的核心“三大件”,即伺服电机、伺服驱动和减速器合计占工业机器人整体销售额的 35%。

其中减速器份额占比最高，达到 14%，伺服电机和驱动占比分别为 11%、10%。控制器作为每台工业机器人必备的“大脑”，市场规模也达到了工业机器人销售额的 8%。另外，机器视觉（硬件部分）在 Delta 和 SCARA 类机器人本体销售额中占比也分别达到 14%和 13%，在拾取和小件分拣场景中有重要应用。

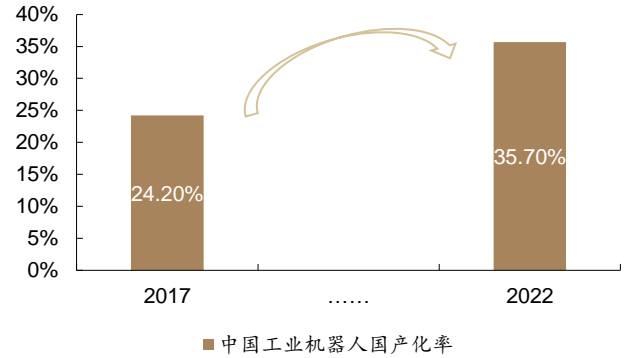
中国工业机器人的广阔市场为国产核心零部件提供发展空间。国内工业机器人密度指标较发达国家仍有较大提升空间，同比增速较快。根据 MIR 睿工业，2012-2022 年中国工业机器人的销量从 2.72 万台增长至 28.2 万台，年均复合增速达 26%。国产替代显著加速，国产龙头机器人厂商发展势头良好。根据 MIR 睿工业，2017-2022 年中国工业机器人国产化率由 24.2%提升至 35.7%。

图 49：中国工业机器人出货量



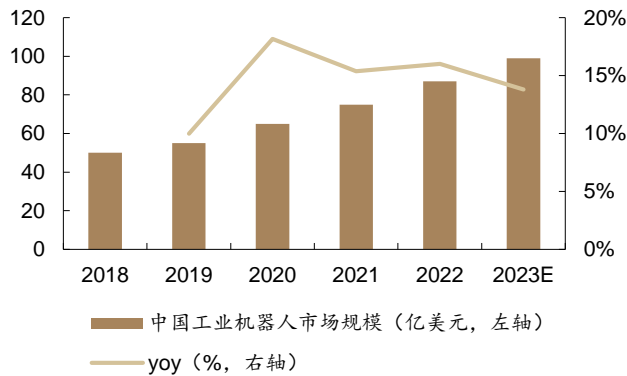
资料来源：亿欧智库，埃斯顿公告，德邦研究所

图 50：中国工业机器人国产化率



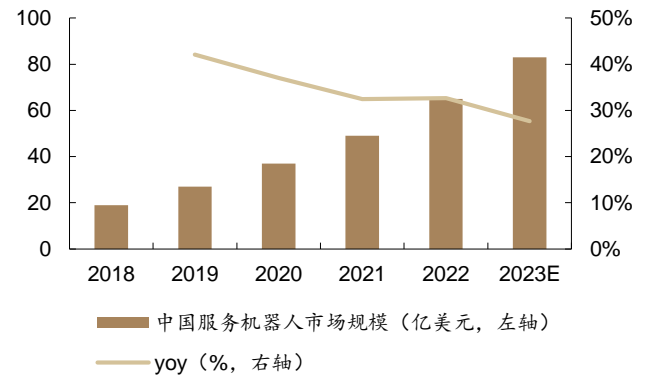
资料来源：MIR 睿工业，埃斯顿公告，德邦研究所

图 51：中国工业机器人市场规模



资料来源：IFR，中商产业研究院，德邦研究所

图 52：中国服务机器人市场规模

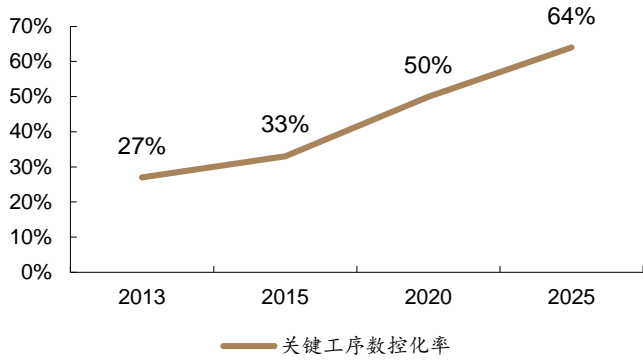


资料来源：中国电子学会，中商产业研究院，德邦研究所

驱动力#2：数控机床等关键领域国产化&数控化渗透率仍有较大提升空间

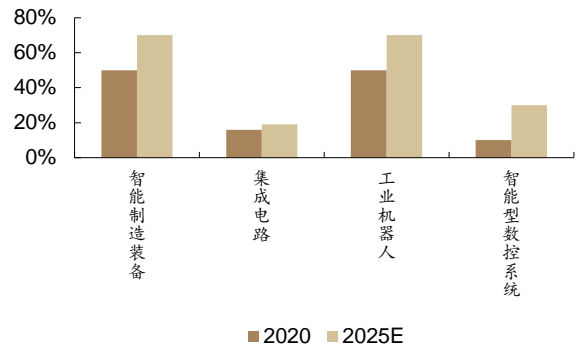
国产化和数控化是国家 2025 年的明确发展目标，也是国产 FPGA 打入市场的关键机遇。数控机床是装备制造的工业母机，机床产业的技术水平、加工效率、精准程度及长期稳定可靠工作对一个国家制造业至关重要。根据固高科技招股书援引前瞻研究院资料，2018 年我国低档数控机床国产化率约 82%，中档数控机床国产化率约 65%，高档数控机床国产化率仅约 6%。加强自主可控供给能力是我国智能制造发展的重点任务。《“十四五”智能制造发展规划》明确提出，到 2025 年，我国的供给能力明显增强，智能制造装备和工业软件技术水平和市场竞争力显著提升，国内市场满足率要分别超过 70%和 50%。关键工序数控化率指标为《中国制造 2025》对于实现制造强国“三步走”的战略目标，力求实现到 2020/2025 年，关键工序数控化率分别达到 50%/64%。

图 53: 《中国制造 2025》关键工序数控化率指标



资料来源:《中国制造 2025》, 德邦研究所
注: 2020 及 2025 年数据为政策文件预期目标

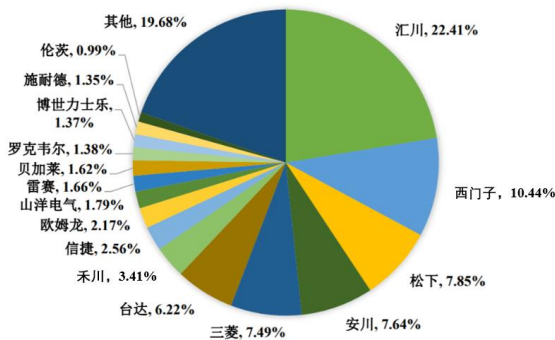
图 54: 智能制造装备及部分高端制造业国产化率变化情况



资料来源: 固高科技招股书注册稿, 德邦研究所
注: 智能制造装备、工业机器人 2020 年国产化率为政策文件预期值

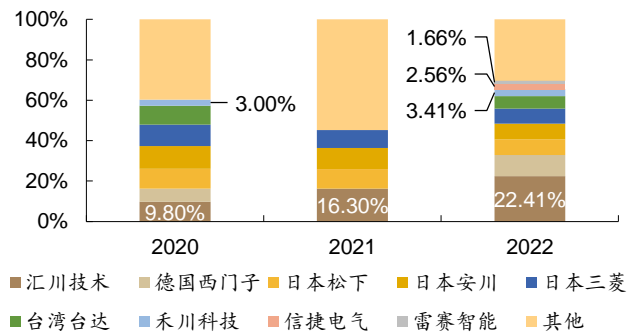
近年来中国伺服系统市场国产化率迅速提升, 汇川技术已成为通用伺服市占率第一。根据禾川科技公告援引 MIR 睿工业的数据, 2020 年我国通用伺服市场中, 日韩品牌占据约 51% 的市场份额, 国产品牌占据约 30% 份额, 欧美品牌占据约 19% 份额; 2022 年, 国产品牌市场份额提升至 50%, 日韩/欧美品牌分别占据约 30%/20% 的市场份额。汇川技术作为中国通用伺服市场龙头, 2021 年在中国通用伺服系统市场份额达到 16.3%, 首次超越外资品牌, 获得市场份额第一名; 2022 年保持市占率第一, 并将市场份额提升至 22.41%。在下游行业国产化率提升的大背景下, 汇川技术充分享受国产行业龙头的品牌红利, 未来有望持续受益于国产化率提升。

图 55: 2022 年中国通用伺服系统市场竞争格局



资料来源: MIR 睿工业, 禾川科技可转债募集书, 德邦研究所

图 56: 中国通用伺服市场国产化率迅速提升



资料来源: MIR 睿工业, 汇川技术公告, 禾川科技公告, 德邦研究所

国产替代趋势之下, 供应链自主可控需求已提上日程。在国际关系不断变化的当下, 工业控制公司对核心关键原材料自主可控的需求日益上升。如禾川科技分别在 2020 年和 2021 年在处理器、隔离器件、电源管理器件和逻辑器件、存储器等领域逐步开始向境内供应商采购; 如雷赛智能也考虑若国内产品的良率、使用寿命期限内的性能稳定性达到国外竞品水准, 会逐步将成熟国产替代产品引入其供应链。

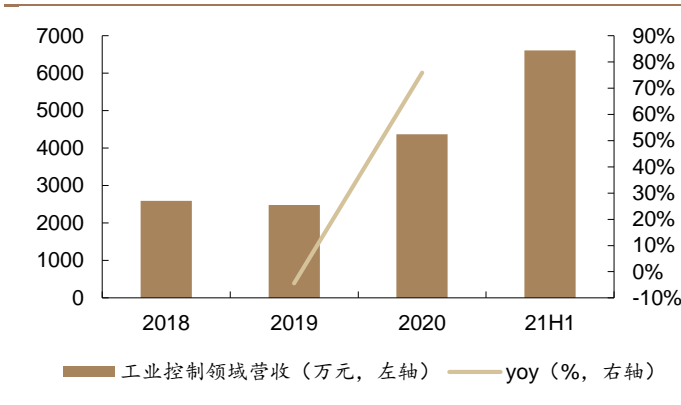
3.1.2. 公司竞争力: 28nm 工控产品媲美国际龙头, 23H2 放量可期

公司 FPGA 工业伺服系统解决方案相对成熟完善, 充分发挥 FPGA 器件的竞争优势。在安路科技 FPGA 的工控伺服系统中, FPGA 作为协处理器, 主要实现电流环算法、电机驱动、编码器、调制器等功能, 配合 CPU/DSP 实现对整个伺服系统的精确控制。客户可以根据应用需求选择不同容量的 FPGA 芯片, 扩展多轴的应用、支持工业以太网、适应更为复杂的系统。方案优势包括: (1) 硬件电流环: FPGA 逻辑实现电流环算法, 高性能、高精度; (2) 扩展性强: 丰富的逻辑资源, 方便客户进行多轴方案开发; (3) 工业以太网: 可以支持工业以太网,

适应大型化、系统化的需求。

公司在工业领域长期布局，23H2 有望迎来新品放量。公司于 2016 年切入工业市场。2017 年，公司推出 ELF2 系列芯片，可广泛应用于伺服驱动、工业控制等多个领域。2020 年，公司取得工控头部客户汇川技术认证，在工业控制 FPGA 市场中取得重大进展，同年公司工业控制领域实现营业收入 0.44 亿元，同比增长 76%。目前，公司在伺服驱动领域主要提供两款 FPGA 器件，分别为 EAGLE4 系列中的 EG4X20，以及 PH1A 系列中的 PH1A60（2022 年底推出），其中 PH1A 系列新产品正在客户推广过程中，有望在 23H2 实现规模销售。

图 57：安路科技工业控制领域营业收入及增速



资料来源：安路科技招股书，德邦研究所

图 58：安路科技基于 FPGA 的工业伺服系统



资料来源：安路科技官微，德邦研究所

公司 PHOENIX 系列主要产品 PH1A100 与 AMD (Xilinx) 的 Artix-7 系列主要产品具备相当的逻辑单元数量（等效 LUT 数量），各项指标几乎与国际厂商的同类产品相当。在该料号的对比方面，安路科技几乎具备媲美国际厂商的硬件实力。

表 13：公司 PHOENIX 系列产品性能与国际龙头厂商 Xilinx 对比

指标	安路科技 (PH1A100)	Xilinx (Artix-7 XC7A100T)
等效 LUT 数量	127,872	101,440
DSP 数量	212	240
ERAM 容量 (Kb)	5,600	4,860
User IO 数量	312	300
制造工艺	28nm	28nm
DSP 工作频率 (MHz)	500	464-629
最高 SERDES 速率 (Gbps)	10.3	6.6
DDR3/4 速率 (Mb/s)	/	800

资料来源：公司招股书，德邦研究所
注：等效 LUT 数量即为逻辑单元数量

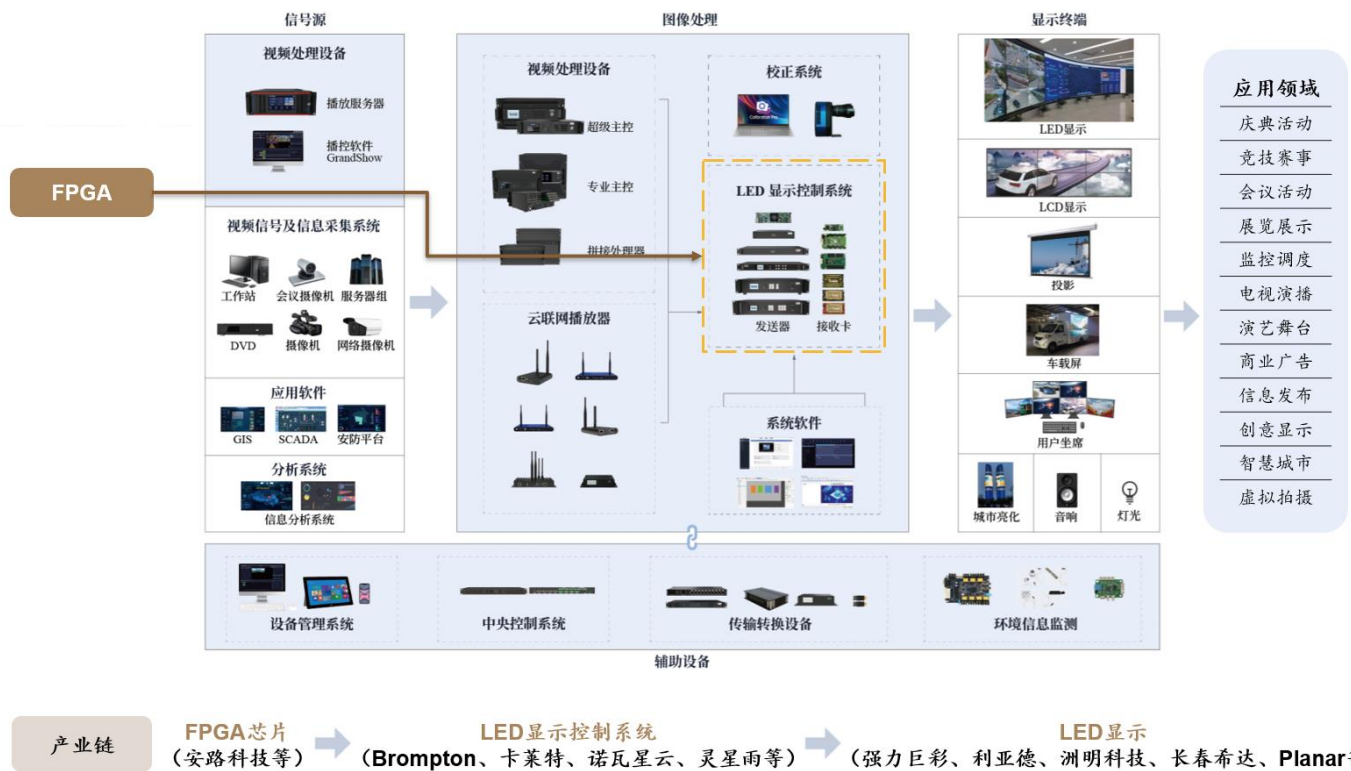
参照本文表 4 和表 5，通过与 AMD (Xilinx) 的 FPGA 及自适应 SoC 产品对比发现，公司在工控领域仍有较大国产替代空间。(1) 在 FPGA 产品中，ARTIX 系列是工业领域相对先进的产品系列，包含 ARTIX UltraScale+ 的 16nm 平台和 ARTIX7 的 28nm 平台，公司在 28nm 系列中已实现了与 AMD (Xilinx) 相当的硬件水平。(2) 在 SoC 产品中，ZYNQ 7000 SoC 的 28nm 产品是面向多轴马达控制、机器视觉、可编程逻辑控制器 (PLC) 等工业控制主流应用的产品。公司在 FPSoC 产品方面尚处于早期阶段，目前已有的 SWIFT1 系列产品主要应用于视频处理、消费电子等领域。

随着公司持续向更先进制程 FPGA 产品投入研发，以及大力拓展 FPSoC 产品的料号丰富度，不断导入新应用，我们认为公司在工业控制领域仍有广阔的提升空间。

3.2. LED 显示控制：FPGA 硬件编程助力 LED 提升显示质量

FPGA 芯片的优势使其在 LED 显示屏领域得到了广泛的应用。LED 显示控制系统属于 LED 屏幕显示的核心组件，是一个融合计算机控制技术、视频技术、光电电子技术、通信技术的综合系统。20 世纪 90 年代，ASIC 和大规模集成电路开始应用于视频处理设备中，融合了 DSP 和 FPGA 的应用，在功能上包含了数据预处理、数据缓存和数据的逻辑控制，在很大程度上改变了传统视频处理技术中处理速度慢的缺点，也使 DSP 和 FPGA 成为了该技术领域的主流芯片。当前主流的 LED 显示屏控制系统多以 FPGA 芯片或 FPGA 芯片结合其他芯片做为主控芯片。该类控制产品被广泛应用于庆典活动、竞技赛事、会议活动、展览展示、监控调度、电视演播、演艺舞台、商业广告、信息发布、创意显示、智慧城市、虚拟拍摄等下游应用领域。

图 59：FPGA 在 LED 显示控制系统中的应用

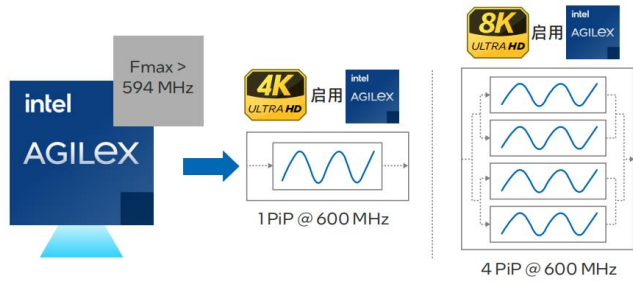


资料来源：安路科技招股书，卡莱特招股书，诺瓦星云招股书注册稿，德邦研究所

4K/8K 大屏的出现对 LED 显示控制系统的传输带宽提出更高要求。从早期的 2K 到正在普及的 4K，再到受益于小间距而得以实现的 8K 大屏，显示屏分辨率不断扩大（意味着 LED 显示控制系统需要控制的像素点更多），对 LED 显示控制系统的带载能力和传输带宽提出了更高的要求。另一方面，大屏化也逐渐催生高清化需求。随着显示屏像素密度的不断提升，人眼对于显示屏画质的要求也变得更高，对 LED 显示控制系统精准控制好每一颗像素的发光亮度和色彩提出了新的挑战。

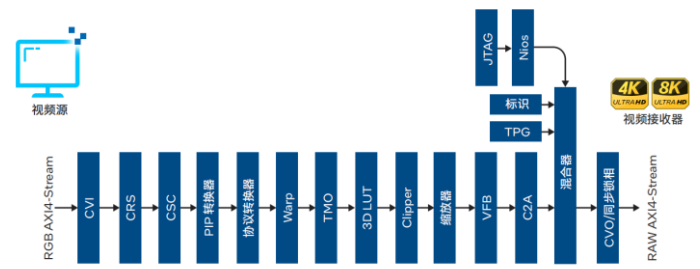
传统的单片机方案已经无法适应 LED 显示屏日益增长的性能需求，FPGA 则能够在该领域发挥出诸多优势。FPGA 芯片的现场可编程特性可满足大型 LED 显示屏系统显示数据格式转换的需求，以满足各种形状和规格显示屏的定制，也可满足其需要进行亮度、对比度、灰度级等参数灵活调节的需求，使 LED 显示屏得到更加细腻的显示画面，加之 FPGA 具有处理速度快、可靠性高、高容量和集成度高等优势，近年来逐渐成为 LED 显示控制的主流方案。

图 60: 高性能逻辑结构支持以高时钟频率执行视频处理



资料来源: Intel (Altera), 德邦研究所

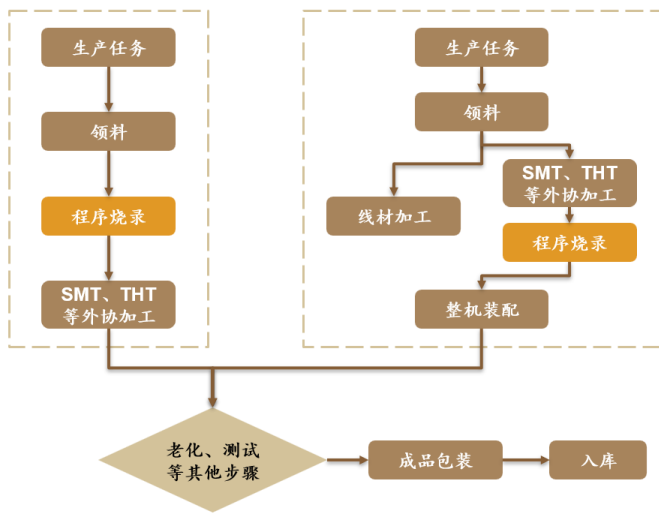
图 61: 借助 Intel VVP 库 (IP 库) 实现复杂的视频处理流水线



资料来源: Intel (Altera), 德邦研究所

对于 FPGA 的下游 (LED 显示控制系统厂商) 而言, 基于 FPGA 的硬件编程能力是其核心壁垒之一。如诺瓦星云招股书披露, 公司核心技术在生产工艺流程中主要体现在程序烧录环节, 其中包括“高精度全灰阶亮度校正技术”、“微小间距 LED 显示屏画质引擎技术”等等诸多核心技术构筑产品竞争力。如卡莱特专门成立硬件部, 负责 LED 显示控制系统 FPGA 程序开发和视频处理器 FPGA 程序开发。

图 62: 诺瓦星云 LED 显示控制系统等产品的生产工艺流程图



资料来源: 诺瓦星云招股书注册稿, 德邦研究所

图 63: 诺瓦星云基于 FPGA 的 LED 显示核心技术

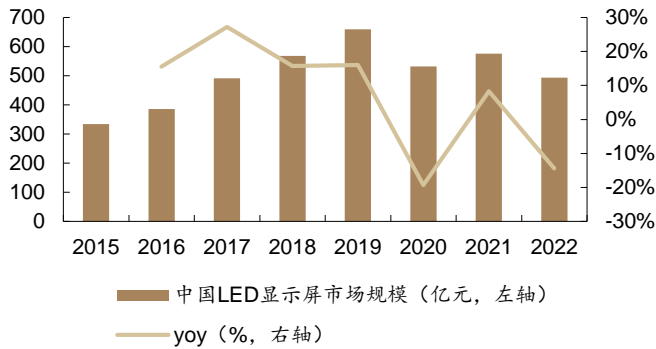
技术	解决问题
高精度全灰阶亮度校正技术	解决LED显示屏亮度一致性
微小间距LED显示屏画质引擎技术	提升LED显示屏显示的精细度, 实现显示屏的色彩管理, 从而提升视觉效果
支持多图层、多屏幕管理的高同步性视频处理技术	实现多路视频源的实时并行接入, 增强显示布局的灵活性和多样性, 并避免出现画面撕裂或显示滞后的情况, 从而满足演艺舞台等高端场景对高同步性的要求
基于符合人眼视觉特性的智能图像色彩处理技术及超分辨率重建技术	(1) 同时兼容各类HDR和SDR视频源, 并让SDR源具备HDR源显示效果, 从而提升显示效果; (2) 在LED显示屏缩放处理过程中保留更多的纹理细节, 解决传统缩放算法放大时的锯齿问题, 同时具备肤色保护和校正功能
显示屏集群高精度故障智能识别技术	实现LED显示屏的故障识别和精准预警, 从而有效降低屏幕故障率

资料来源: 诺瓦星云招股书注册稿, 德邦研究所

3.2.1. 市场空间: LED 显示屏市场复苏, 带动行业回归良性发展

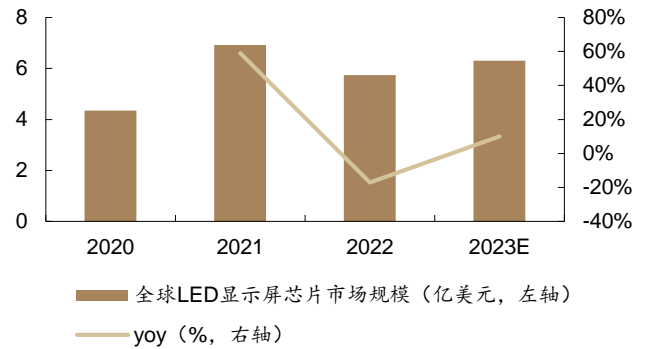
疫情过后需求逐渐释放, LED 显示屏亟待复苏。根据高工咨询, 国内因前期受到疫情影响, 需求暂时被延迟释放, 今年国内市场需求正在逐渐释放出来。TrendForce 给出乐观预期, 2023 年国内 LED 显示屏市场将会有所反弹, 有望带动 LED 显示屏芯片的规模成长。LED 细分市场来看: (1) 虚拟拍摄、影院屏、裸眼 3D、体育赛事屏等细分市场仍将高增长态势。高工咨询预计, 虚拟拍摄、影院屏等细分市场, 未来三年依旧将保持二位数以上的高增长。(2) 小间距 LED 显示渗透率还不足五成, 后续市场空间极为广阔。根据 DISCIEN, 小间距 LED 显示 2021-2025 年复合增长率有望达到 20%。

图 64: 中国 LED 显示屏市场规模



资料来源: 高工咨询, 卡莱特招股书, 德邦研究所

图 65: 全球 LED 显示屏芯片市场规模



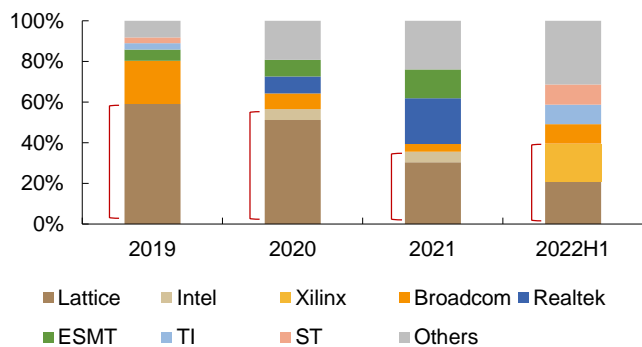
资料来源: TrendForce, LEDinside, 德邦研究所

从 2022 年的大幅降价到 2023H1 市场复苏, 行业逐渐回归良性循环。根据高工 LED 调研情况, 2022 年价格最低时同样规格的小间距 LED 显示屏比 2022 年初价格跌了差不多 30%。而通过 22H2 开始的各大显示屏厂商减产, 以及 23H1 以来尤其是五六月份, LED 显示屏需求有明显的复苏迹象, 至 2023 年中, 各大显示屏厂商和渠道端的库存清理已基本恢复到正常水位, 为显示屏企业的调价奠定了基础。

3.2.2. 公司竞争力: 国产替代风口已至, 安路科技崭露头角

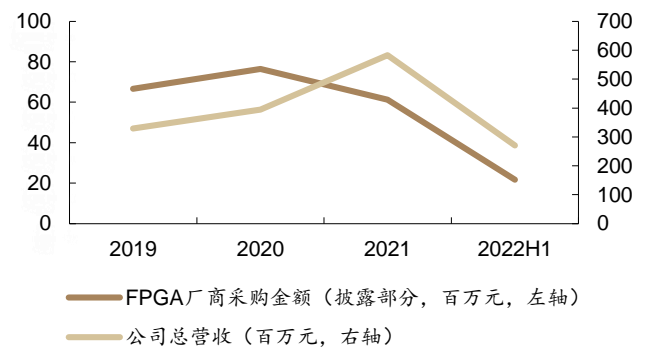
下游头部厂商卡莱特积极引入安路科技作为 FPGA 供应商, 近年来其供应链分散化程度逐步加深。卡莱特主要通过博科供应链进口采购芯片, 2019-2022H1 对其采购金额占采购总额的比重分别为 50.59%、43.13%、47.04%和 40.13%。卡莱特为保障原材料供应的稳定和安全, 部分种类芯片引入其他进口品牌或国产品牌作为补充。例如公司主要采购 Lattice 品牌的 FPGA 芯片, 2019-2022H1 期间增加向 AMD (Xilinx) 和 Intel (Altera) 等其他进口品牌以及安路科技等国产品牌的采购。在下游工控领域以及芯片行业的国产替代大潮中, 安路科技有望持续受益。

图 66: 卡莱特在经销商博科供应链的穿透采购占比



资料来源: 卡莱特招股书, 德邦研究所

图 67: 公司主要 FPGA 供应商采购额并未随营收体量同趋势变化



资料来源: 卡莱特招股书, 德邦研究所

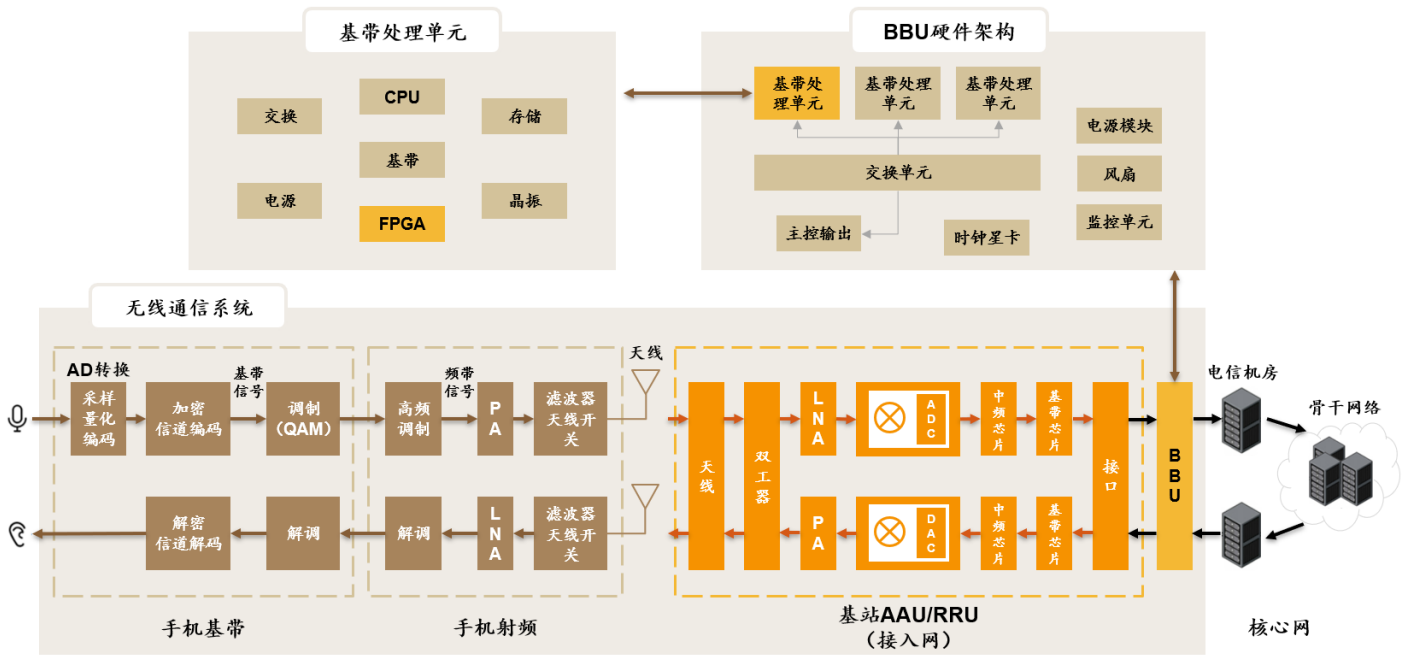
注: 披露部分指博科供应链中穿透占比前五大的芯片供应商中的 FPGA 厂商

4. 网络通信领域：FPGA 的主战场，国产替代重要驱动力

4.1. 无线通信：FPGA 是通信基础设施部署的重要环节

在无线通信领域，FPGA 芯片具有广泛的应用场景。(1) FPGA 芯片被应用在无线通信基站和射频处理单元的多种电路板中，以实现通信协议的各种功能和未来升级需求；(2) 集成 CPU 的现场可编程系统级芯片产品被应用在室外微基站、室内微基站等无线网络通信中，以单芯片完成商业、住宅、工厂区域的多模覆盖、网络容量增加、人工智能计算等多样性功能需求。

图 68：FPGA 在移动通信网络中的应用

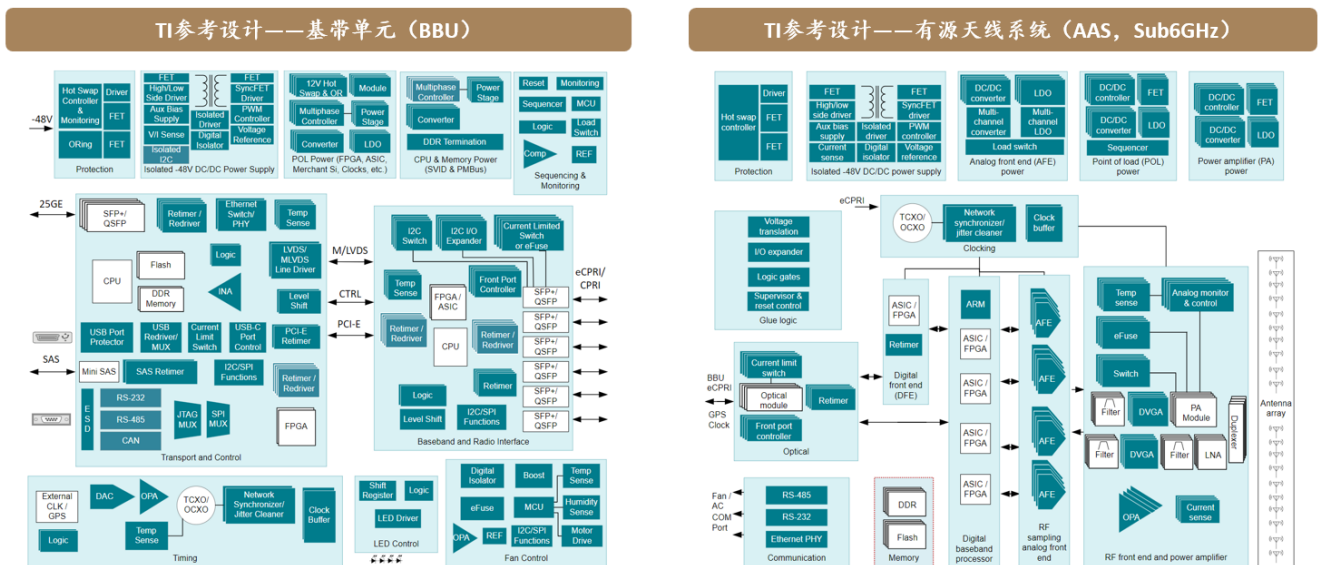


资料来源：鲜枣课堂公众号，德邦研究所

注：BBU (Base Band Unit, 基带处理单元)、RRU (Radio Remote Unit, 远端射频单元)、AAU (Active Antenna Unit, 有源天线单元)

根据 TI 参考设计，基带单元 (BBU) 中固定会使用到一颗 FPGA 芯片，而在宏基站的 BBU、AAS、RRU 中、小型蜂窝基站中、以及室内回程中均有部分芯片可选用 FPGA/ASIC。

图 69：TI 参考设计——基带单元 (BBU) 和有源天线系统 (AAS, Sub6GHz)



资料来源：TI 官网，德邦研究所

FPGA 在通信领域中的优势

优势：通信行业迭代升级需要 FPGA 提供灵活性和更强的处理性能

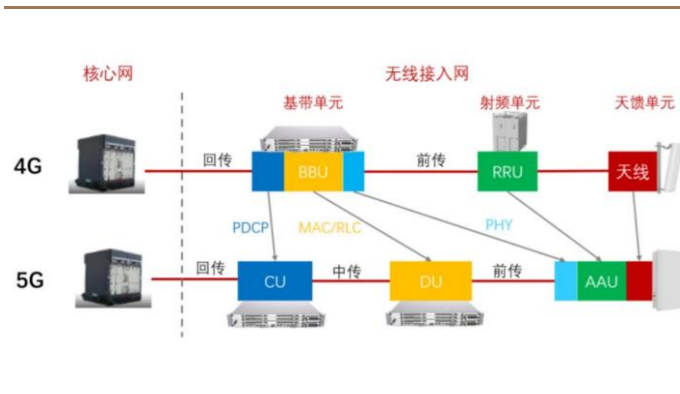
5G 应用场景多元化，5G 移动网络形态随之产生多元化部署。5G 时代是万物互联的时代，也是新应用场景层出不穷的时代（如智能驾驶、VR/AR、智慧城市、工业自动化等）。不同场景对于网络的特性要求（网速、时延、连接数、能耗等）会有所不同，有的甚至是矛盾的。所以把网络拆开、细化，可以更灵活地应对场景需求，也即产生了 5G 网络切片的概念。

为满足不同场景的需要，5G 接入网架构不断革新。5G 基站的 BBU 单元拆分为 CU/DU 两类细分单元，由此 5G 基站设备的整体架构由 BBU+AAU/RRU 的 2 层架构，逐步向 CU+DU+AAU/RRU 的 3 层架构（5G 时代的产物）转变。

- **CU：**原 BBU 的非实时部分将分割出来，重新定义为 CU，负责处理非实时协议和服务。
- **AAU：**BBU 的部分物理层处理功能与原 RRU 及无源天线合并为 AAU。
- **DU：**BBU 的剩余功能重新定义为 DU，负责处理物理层协议和实时服务。

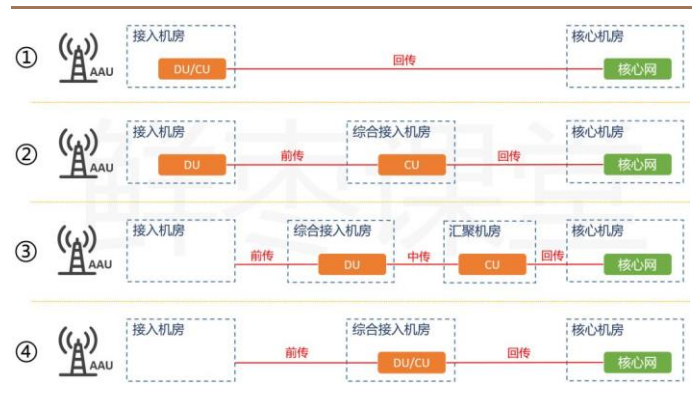
FPGA 芯片得到大规模运用主要是由于其具有高度的灵活性、极强的实时处理和并行处理能力，大大加强了通信设备的处理能力。一方面，新技术推广初期，各设备厂家为了抢占产品和技术的制高点，在标准还未冻结之前就推出原型样机或小批量生产，只有通过可灵活编程的 FPGA 才能实现。另一方面，5G 通信的 MIMO 天线阵列和波束成形技术的出现，需要大量信号并行处理，FPGA 是解决这类需求的最理想的解决方案。同时，无线通信系统中许多功能模块都需要大量的滤波运算，这些滤波函数往往需要大量的乘和累加操作。FPGA 芯片内在的分布式逻辑和运算单元结构使其可以较容易地实现分布式的算法结构，使其可以实现通信过程中大量的高速数字信号处理功能。

图 70：4G 到 5G 的代际更迭使得接入网架构改变



资料来源：美利信招股书，德邦研究所

图 71：5G 新架构 CU、DU、AAU 的多种网络部署形态



资料来源：鲜枣课堂公众号，德邦研究所

4.2. 市场空间：5G 宏基站建设预期趋缓，小基站有望成为新增长点

5G 基站覆盖范围小，导致基站需求大幅增加。在无线通信中，根据电磁波的传播特性，电磁波频率与传输距离成反比，电磁波频率越高，越容易在传播介质中衰减，基站覆盖距离越短。4G 基站的数量较 3G 基站数量有较大增幅，5G 的频段在 2.6GHz 以上，比 4G 的频率更高，随着频段上升，要达到与 4G 网络同样的覆盖范围，5G 基站的密度必然会大幅增加，超密集组网也成为了 5G 的关键技术之一，基站的需求量将会大幅度增加。根据中国联通网络技术研究员预测，5G 宏基站的需求量约是 4G 基站的 1.5 倍，2021 年末 4G 基站的数量为 590 万站，据此测算，到 5G 基站建设基本覆盖全国时，5G 基站至少需要 885 万站，即使考

考虑到共建共享的因素，5G 基站也将迎来广阔的市场空间。

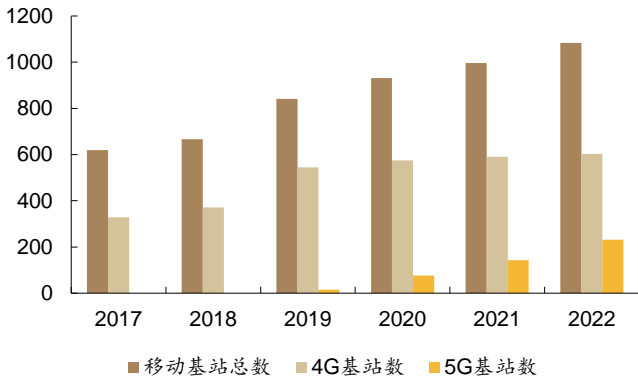
表 14: 不同制式的通信频段及其覆盖半径关系

	频段	覆盖半径
3G	1.9~2.1GHz	2~5 公里
4G	1.8~1.9GHz 和 2.3~2.6GHz	1~3 公里
5G	2.6GHz 以上	100 至 300 米

资料来源: 美利信招股书, 璟辉科技, 德邦研究所

政策端, 以“十四五”基站建设目标测算, 未来三年宏基站建设速度预期趋缓。《“十四五”信息通信行业发展规划》明确给出“十四五”时期 5G 基站建设目标, 即到 2025 年, 每万人拥有 26 个 5G 基站。根据国家统计局 2022 年末人口数 141,175 万人估算, 到 2025 年, 全国 5G 基站需求量为 367 万个。

图 72: 全国移动通信基站数 (单位: 万个)



资料来源: 工信部, 《2022 年通信业统计公报》, 德邦研究所
注: 图示基站为宏基站

图 73: “十四五”时期信息通信行业发展主要指标

专栏 1 “十四五”时期信息通信行业发展主要指标						
类别	序号	指标名称	2020 年	2025 年	年均/累计	属性
总体规模	1	信息通信行业收入 (万亿元)	2.64	4.3	10%	预期性
	2	信息通信基础设施累计投资 (万亿元)	2.5	3.7	(1.2)	预期性
	3	电信业务总量 (2019 年不变单价) (万亿元)	1.5*	3.7*	20%	预期性
基础设施	4	每万人拥有 5G 基站数 (个)	5	26	(21)	预期性
	5	10G-PON 及以上端口数 (万个)	320	1200	(880)	预期性
	6	数据中心算力 (每秒百亿次浮点运算)	90	300	27%	预期性
	7	工业互联网标识解析公共服务节点数 (个)	96	150	(54)	预期性
	8	移动网络 IPv6 流量占比 (%)	17.2	70	(52.8)	预期性
	9	国际互联网出入口带宽 (太比特每秒)	7.1	48	(40.9)	预期性
绿色节能	10	单位电信业务总量综合能耗下降幅度 (%)	—	—	(15)	预期性
	11	新建大型和超大型数据中心运行电能利用效率 (PUE)	1.4	<1.3	(>0.1)	预期性
应用普及	12	通信网络终端连接数 (亿个)	32	45	7%	预期性
	13	5G 用户普及率 (%)	15	56	(41)	预期性
	14	千兆宽带用户数 (万户)	640	6000	56%	预期性
	15	工业互联网标识注册量 (亿个)	94	500	40%	预期性
创新发展	16	5G 虚拟专网数 (个)	800	5000	44%	预期性
	17	基础电信企业研发投入占收入比例 (%)	3.6	4.5	(0.9)	预期性
普惠共享	18	行政村 5G 通达率 (%)	0	80	(80)	预期性
	19	电信用户综合满意指数	81.5	>82	(>0.5)	约束性
	20	互联网信息服务投诉处理及时率 (%)	80	>90	(>10)	约束性

资料来源: 工信部, 德邦研究所

小基站可以较好满足补盲需求, 有望成为未来基站建设的增长点。5G 频段整体高于 4G, 5G 宏基站信号覆盖力低于 4G 宏基站, 室外广域覆盖容易有盲点, 使用小基站进行室外补盲需求更为突出。同时 5G 时代 70% 新业务发生在室内, 现有 DAS (Distributed Antenna System, 室内分布式天线系统) 难以继续沿用, 4G 的器件无法支持 5G 频段及 4T4R 的 MIMO 技术, 难以顺利向 5G 演进, 小基站能够有效弥补 5G 宏站部署广度、深度不足问题。5G 将在未来采用“宏站+小站”组合覆盖模式, 因而宏基站大规模建设后就是小基站的铺广建设, 小基站大范围建设规模达到巅峰会稍慢于宏基站。

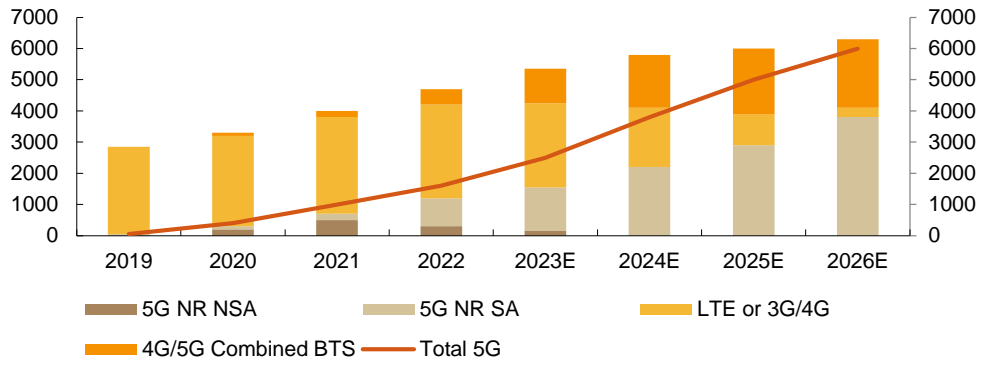
表 15: 宏基站 VS 小基站

	单载波发射功率	覆盖能力 (米)	主要部署区域	
宏基站	12.6w 以上	200 以上	铁塔、楼顶、山顶	
小基站	微基站	500mW-12.6W	50-200	
	皮基站	100-500mW	20-50	室外: 路灯、电线杆等; 室内: 居民楼、写字楼、大型购物商场、医院和车站等
	飞基站	100mW 以下	10-20	

资料来源: 中国信通院, 德邦研究所

全球小基站市场有望在 2024 年达到快速增长期。根据艾媒咨询, 2026 年全球将累计部署 4900 万个小基站射频点, 其中中国和东南亚地区累计部署的小基站数量将占全球总量的 36%。全球 5G 小基站的出货量有望从 2021 年开始持续放量, 至 2024 年增速超过 33%, 2026 年出货量预计达到 6000 万个。

图 74: 全球小基站市场出货量预测 (单位: 万个)

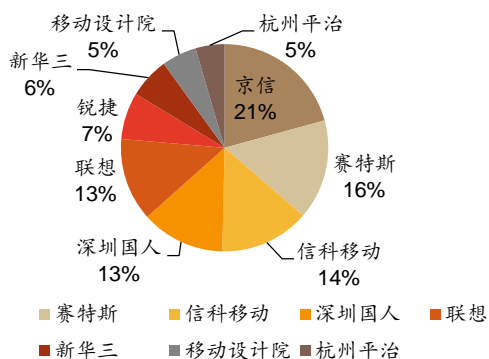


资料来源: SCF, 艾媒数据中心, 德邦研究所

中国三大运营商的 5G 小基站建设也自 2022 年开始正式拉开商用化序幕, 国产化势在必行。早在 2020 年, 三家运营商及多家产业生态厂商便联合发起了无线云网络多样化生态行动计划, 促进并加速 5G 小站生态丰富。2022 年, 中国移动完成了 5G 扩展型皮基站招标, 中国电信和中国联通也分别以自研采购或公开采购的方式商用扩展型皮基站设备。目前, 5G 室外基站建设已基本实现广域覆盖, 后续运营商将重点聚焦 5G 室内网络建设新赛道。根据通信产业网, 中国 5G 小基站的出货量到 2024 年有望增至 280 万台。

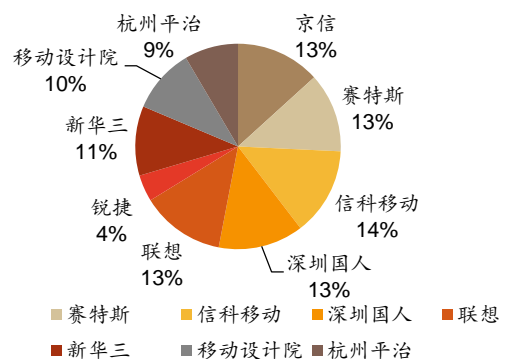
- ✓ **中国移动** 2022-2023 年扩展型皮站设备集采金额接近 13 亿元。预估采购规模约为 2 万站, 其中单模扩展型皮站 7500 站, 双模扩展型皮站 12500 站。中标厂商包括京信、中信科移动、赛特斯、锐捷、新华三等。
- ✓ **中国电信** 5G 小基站的代工集采也包含两部分: (1) 远端单元及扩展型基带单元、扩展单元标包: 预估采购数量为远端单元 72000 台、基带单元 1350 台、扩展单元 4050 台; (2) 前传开放基带单元及扩展单元标包: 预估采购数量为基带单元 900 台、扩展单元 3600 台。2023 年 2 月, 中国电信研究院对外披露, 由中国电信研发的 5G 扩展型小基站国产化 pRRU 已经研发成功, 芯片和器件国产化率达到 100%。
- ✓ **中国联通** 研究院也于 2022 年正式发布了首款高国产化率毫米波室内分布式微基站, 这款高国产化率室内分布式微基站由中国联通与紫金山实验室、中航国际联合研发。

图 75: 中国移动 2022-2023 年扩展型皮站设备集采份额 (按量)



资料来源: 中国移动, 通信产业网, 德邦研究所

图 76: 中国移动 2022-2023 年扩展型皮站设备集采份额 (按价)

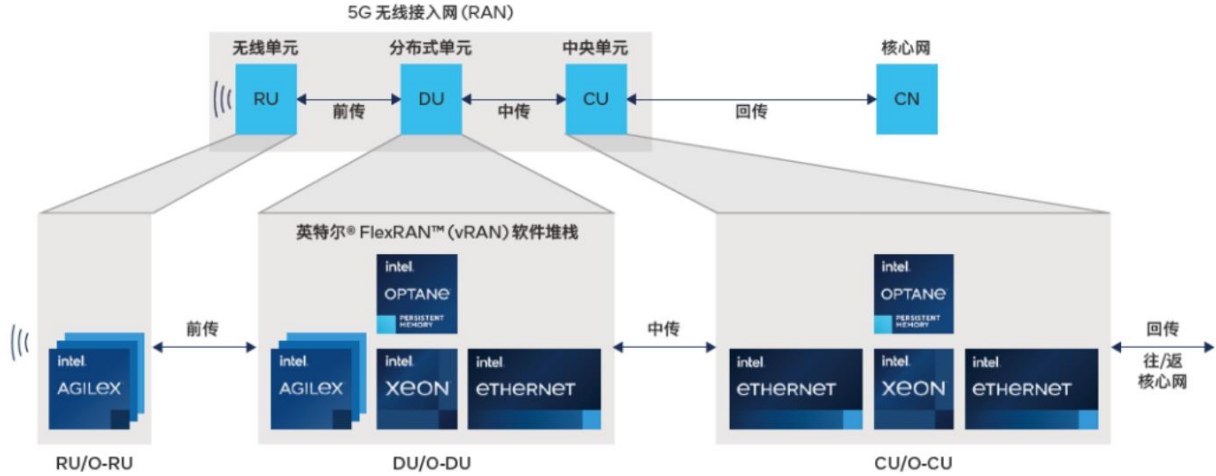


资料来源: 中国移动, 通信产业网, 德邦研究所

目前典型的 5G 小基站设计方案主要分为三种: (1) X86+FPGA 方案, 以 Intel (Altera) 为主要代表的厂商, 其方案成熟, 未来将向 FlexRan、云化、容器化演进。(2) ARM+DSP 方案, 以 NXP 为主要代表的厂商, 其产品具备低成本和低功耗的优势。(3) ASIC 芯片方案, 以高通为代表的厂商, 其产品具备灵活、可虚拟化、可扩展的特性。

Intel FPGA 方案在小基站中应用广泛。Intel 为 5G 小基站设计的平台中,RRU (远端射频单元) 基于 Intel Arria10 FPGA, Arria10 FPGA 和 SoC 串行收发器提供宽带、低延时、低功耗的选择, 可以支持开发高速通信系统, 非常适合无线基站。Intel 目前基于 Flex RAN 的端到端解决方案, 已经被绝大多数 5G 小基站广泛采用。

图 77: Intel (Altera) 为 5G RAN 提供端到端芯片解决方案

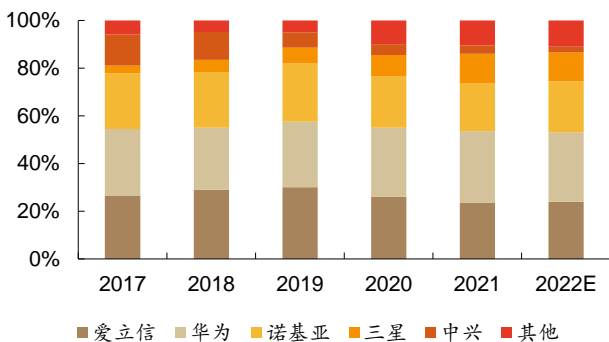


资料来源: CSDN 英特尔开发人员专区, 德邦研究所

4.3. 公司竞争力: 通信领域国产替代优先级高, 安路科技客户质量占优

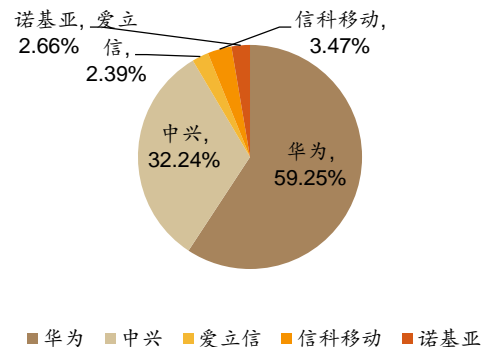
网络通信受国际贸易格局及供应链安全等因素的影响, 中兴通讯在积极地推动国产替代进程。公司产品于 2019 年开始导入中兴通讯, 是第一批进入中兴通讯供应链的国产 FPGA 企业之一。2020 年, 中兴康讯成为公司第五大客户, 贡献营收 373.18 万元, 占比 1.33%, 未来有望持续受益于客户订单量提升。此外, 公司还积极拓展其他网络通信设备客户, 在该领域公司凭借强大的技术实力、优质的服务水平和较高的性价比水平已成功获得部分电子制造业公司的订单。在 5G 小基站领域, 公司 FPGA 芯片也已逐步获得应用。

图 78: 全球通信基站市场份额



资料来源: IHSMarkit, TrendForce, 芯智讯, 德邦研究所

图 79: 2021 年中国基站集采中标份额



资料来源: 通信运营商招标公告和中标公示, 信科移动招股书, 德邦研究所

5. 盈利预测与投资建议

5.1. 盈利预测

1、FPGA 产品：公司的 FPGA 芯片产品由 SALPHOENIX 高性能产品家族、SALEAGLE 高效率产品家族、SALELF 低功耗产品家族组成，主要应用于工业控制、网络通信、消费电子、数据中心等领域。随着公司逐步推陈出新，产品系列不断丰富，产品覆盖领域随之逐步拓宽，近年来公司 FPGA 产品营收迅猛增长，2020/2021/2022 年分别同比增长 132%/129%/54%，收入体量达到 2.8/6.4/9.9 亿元。23Q1-Q3 终端市场需求持续低迷，叠加不少新产品或型号尚处于导入期，导致公司营业收入同比减少。公司在工业控制及网络通信的主战场中逐步打开自身的品牌影响力，我们看好公司未来有望随着行业周期而逐步复苏；而且公司目前芯片制程已升级至 28nm 设计平台，不断涉及更多中高端的应用领域，我们看好公司持续拓展增量市场空间。我们预计公司 FPGA 产品 2023/2024/2025 年营收有望增长-17.03%/64.86%/29.43%，毛利率分别为 37.55%/38.68%/40.21%。

2、FPSoC 产品：公司 FPSoC 产品主要有 SALSWIFT 一个系列，是自 2022 年新推出的面向工业和视频接口的产品，也代表了公司未来的一个重点发展方向。早在 2018 年 FPGA 巨头 Xilinx 宣布不再将自身定位一家 FPGA 公司，而是定位为一家 SoC 平台公司，昭示着可编程系统级芯片 FPSoC 的巨大发展潜力和良好应用前景。在安路科技 IPO 募投项目中，现场可编程系统级芯片研发项目（也即 FPSoC）计划投资 3 亿元，占总投资计划 10 亿元的 30% 左右。公司在 ELF 系列产品中已设计过一款嵌入开源 RISC-V 核和 ARM Cortex 核的芯片，集成 FPGA+ 双 CPU 核+ADC，开发了基本的 SoC 软件开发环境，已在多家客户获得应用，新推出的 SWIFT 系列产品也已贡献营收。在下游应用领域日益蓬勃的对于系统级单芯片的需求推动下，我们预计公司 FPSoC 产品 2023/2024/2025 年营收有望增长 7.80%/56.15%/79.18%，毛利率分别为 46.00%/46.00%/47.00%。

表 16：安路科技营收及毛利率预测

	2018	2019	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
营收（百万元）	28.52	122.33	281.03	678.52	1042.01	875.98	1435.03	1890.24
FPGA 芯片	27.20	120.55	280.15	642.27	988.83	820.39	1352.51	1750.55
FPSoC 系列				17.86	39.16	42.21	65.91	118.11
技术服务	1.19	0.62		16.77	9.71	7.77	9.32	12.12
其他	0.13	1.16	0.88	1.62	4.31	5.60	7.28	9.47
营收同比		328.91%	129.73%	141.44%	53.57%	-15.93%	63.82%	31.72%
FPGA 芯片		343.26%	132.39%	129.26%	53.96%	-17.03%	64.86%	29.43%
FPSoC 系列					119.22%	7.80%	56.15%	79.18%
技术服务		-47.91%			-42.10%	-20.00%	20.00%	30.00%
其他		757.84%	-24.22%	85.25%	165.61%	30.00%	30.00%	30.00%
毛利率	30.09%	34.42%	34.18%	36.24%	39.81%	38.43%	39.36%	40.95%
FPGA 芯片	29.13%	33.75%	34.05%	34.18%	39.13%	37.55%	38.68%	40.21%
FPSoC 系列				54.38%	47.51%	46.00%	46.00%	47.00%
技术服务	47.69%	99.19%		91.38%	61.52%	61.52%	61.52%	61.52%
其他	68.58%	70.03%	75.22%	80.40%	77.56%	77.56%	77.56%	77.56%

资料来源：Wind，公司公告，德邦研究所测算

5.2. 投资建议

我们选取复旦微、紫光国微、澜起科技、兆易创新与景嘉微作为可比公司，可比公司均为国内数字芯片龙头企业。可比公司 2023-2025 年平均 PS 倍数为 15.07/10.35/7.69，我们预计公司 2023-2025 年营业收入为 8.76/14.35/18.90 亿元，对应当前 PS 倍数为 17.96/10.96/8.32。考虑到公司作为国产 FPGA 龙头厂商，未来有望长期受益于 FPGA 国产替代趋势，首次覆盖给予“买入”评级。

表 17: 可比公司估值情况

证券代码	公司名称	总市值 (亿元)	营业收入 (亿元)			P/S			归母净利润 (亿元)			P/E		
			2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
688385.SH	复旦微	286.54	40.08	48.96	59.27	7.15	5.85	4.83	11.37	14.91	19.05	25.19	19.22	15.04
002049.SZ	紫光国微	636.62	87.67	109.99	137.68	7.26	5.79	4.62	30.82	39.37	49.95	20.66	16.17	12.75
688008.SH	澜起科技	628.98	25.17	45.20	66.34	24.99	13.91	9.48	5.60	14.24	22.16	112.29	44.16	28.39
603986.SH	兆易创新	703.32	65.62	81.21	99.98	10.72	8.66	7.03	8.34	14.79	21.45	84.33	47.57	32.79
300474.SZ	景嘉微	381.48	15.11	21.75	30.59	25.24	17.54	12.47	3.34	4.64	6.26	114.21	82.18	60.97
	行业平均					15.07	10.35	7.69				71.33	41.86	29.99
688107.SH	安路科技	157.33	8.76	14.35	18.90	17.96	10.96	8.32	-0.76	1.97	2.55	-	79.84	61.67

资料来源: Wind, 德邦研究所

注: 收盘价信息截至 2023 年 11 月 1 日, 除安路科技采用德邦预测数据外, 其余采用 wind 一致预期数据

6. 风险提示

业绩下滑或亏损的风险: 公司核心竞争力、持续经营能力未发生重大变化。由于公司目前依然保持较大的研发投入, 未来若出现下游市场复苏不及预期、行业竞争加剧、产品更新迭代放缓等情形, 且公司未能及时针对性的调整经营策略, 公司将面临业绩下滑或亏损的风险。

宏观及行业因素风险: 集成电路行业是资本及技术密集型行业, 本身呈现一定周期性波动的特点。同时, 集成电路行业发展与全球经济形势密切相关, 行业周期的波动也与经济周期关系紧密。受到国际政治环境、国内宏观经济的波动、行业景气度、产业相关政策变化等因素的影响, 下游市场需求的波动和低迷可能会导致对集成电路产品的需求下降, 从而使包括公司在内的集成电路企业面临一定的行业波动风险, 对经营情况造成一定的不利影响。

行业竞争加剧风险: 目前, FPGA 芯片行业呈现集中度较高的态势, 市场竞争较为激烈。由于公司处于快速发展阶段, 与国际同行业知名厂商相比, 公司在产品布局丰富程度等方面仍存在一定差距; 同时, 国内同行业竞争对手也在提升自身实力。若未来 FPGA 市场竞争日趋激烈或公司新产品市场拓展不利, 将对公司的经营业绩产生不利影响。

产品研发失败或产业化不及预期风险: 公司的主营业务为 FPGA、FPSoC 芯片和专用 EDA 软件等产品的研发、设计和销售, 为了适应不断变化的市场需求, 公司需要不断推出新产品并预研下一代产品, 以确保自身的技术优势。具体而言, 公司要对未来的市场需求和自身的研发实力作出精准的把握与判断, 同时与下游客户保持密切沟通, 共同确定下一代产品的研发方向。虽然公司目前在研项目综合考虑了当今的客户需求和市场发展趋势, 但由于项目的研发具有很强的不确定性, 在产品研发过程中公司需要投入大量的人力及资金成本, 如果公司对自身研发能力的判断错误, 导致公司研发项目失败, 或者如果未来公司开发的产品不能契合市场需求, 也会对公司的市场竞争力造成不利影响。

财务报表分析和预测

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
每股指标(元)				
每股收益	0.15	-0.19	0.49	0.64
每股净资产	4.01	3.98	4.48	5.13
每股经营现金流	-0.71	0.52	0.11	0.79
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
价值评估(倍)				
P/E	429.43	—	79.84	61.67
P/B	16.00	9.86	8.76	7.66
P/S	15.07	17.96	10.96	8.32
EV/EBITDA	356.49	-803.17	56.22	46.02
股息率%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
盈利能力指标(%)				
毛利率	39.8%	38.4%	39.4%	41.0%
净利润率	5.7%	-8.6%	13.7%	13.5%
净资产收益率	3.7%	-4.7%	11.0%	12.4%
资产回报率	3.2%	-4.1%	9.0%	10.0%
投资回报率	1.6%	-5.0%	10.0%	11.5%
盈利增长(%)				
营业收入增长率	53.6%	-15.9%	63.8%	31.7%
EBIT 增长率	181.3%	-402.9%	323.8%	31.7%
净利润增长率	293.9%	-226.3%	360.7%	29.5%
偿债能力指标				
资产负债率	14.4%	13.8%	17.8%	19.3%
流动比率	7.3	7.6	5.7	5.2
速动比率	4.2	5.3	3.7	3.5
现金比率	1.2	3.7	2.4	2.3
经营效率指标				
应收帐款周转天数	39.9	51.5	35.5	35.9
存货周转天数	237.9	315.4	192.2	185.4
总资产周转率	0.6	0.5	0.7	0.8
固定资产周转率	36.1	26.3	39.9	56.1

现金流量表(百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
净利润	60	-76	197	255
少数股东损益	0	0	0	0
非现金支出	57	69	94	92
非经营收益	-11	-14	-119	-21
营运资金变动	-387	228	-129	-11
经营活动现金流	-282	207	43	315
资产	-63	-60	-65	-68
投资	-529	350	50	-50
其他	11	-6	7	11
投资活动现金流	-581	283	-8	-107
债权募资	0	4	-2	-2
股权募资	0	66	0	0
其他	-24	0	0	0
融资活动现金流	-24	70	-2	-2
现金净流量	-887	560	33	206

备注：表中计算估值指标的收盘价日期为 11 月 1 日
 资料来源：公司年报 (2021-2022)，德邦研究所

利润表(百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	1,042	876	1,435	1,890
营业成本	627	539	870	1,116
毛利率%	39.8%	38.4%	39.4%	41.0%
营业税金及附加	1	1	1	2
营业税金率%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
营业费用	22	26	36	43
营业费用率%	2.1%	3.0%	2.5%	2.3%
管理费用	47	50	56	64
管理费用率%	4.5%	5.7%	3.9%	3.4%
研发费用	332	368	431	473
研发费用率%	31.8%	42.0%	30.0%	25.0%
EBIT	27	-81	181	238
财务费用	-6	-5	-16	-17
财务费用率%	-0.6%	-0.6%	-1.1%	-0.9%
资产减值损失	-12	-6	-5	-5
投资收益	6	7	14	19
营业利润	45	-84	192	253
营业外收支	15	8	5	2
利润总额	60	-76	197	255
EBITDA	71	-19	265	319
所得税	0	0	0	0
有效所得税率%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
少数股东损益	0	0	0	0
归属母公司所有者净利润	60	-76	197	255

资产负债表(百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	284	844	877	1,082
应收账款及应收票据	140	111	173	205
存货	561	384	545	604
其它流动资产	773	374	459	526
流动资产合计	1,758	1,713	2,054	2,418
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	31	36	36	31
在建工程	1	1	0	0
无形资产	62	92	82	82
非流动资产合计	118	138	131	128
资产总计	1,876	1,851	2,184	2,546
短期借款	0	0	0	0
应付票据及应付账款	150	121	198	257
预收账款	0	0	0	0
其它流动负债	90	104	163	208
流动负债合计	240	225	361	465
长期借款	0	0	0	0
其它长期负债	31	30	28	26
非流动负债合计	31	30	28	26
负债总计	271	256	389	491
实收资本	400	401	401	401
普通股股东权益	1,605	1,595	1,795	2,055
少数股东权益	0	0	0	0
负债和所有者权益合计	1,876	1,851	2,184	2,546

信息披露

分析师与研究助理简介

陈海进，电子行业首席分析师，6年以上电子行业研究经验，曾任职于民生证券、方正证券、中欧基金等，南开大学国际经济研究所硕士。电子行业全领域覆盖。

陈蓉芳，电子行业分析师，曾任职于民生证券、国金证券，香港中文大学硕士，覆盖汽车电子、车载半导体等领域。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅； 2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	类别	评级	说明
股票投资评级		买入	相对强于市场表现 20%以上；
		增持	相对强于市场表现 5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现 5%以下。
行业投资评级		优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与 10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平 10%以下。

法律声明

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。