

海光信息：国产算力领军企业，CPU+DCU 双轮驱动

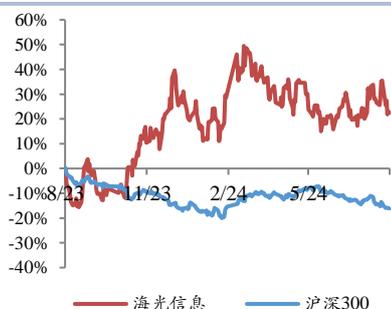
投资评级：买入（首次）

主要观点：

报告日期：2024-08-19

收盘价（元）	76.84
近 12 个月最高/最低（元）	90.26/49.31
总股本（百万股）	2,324
流通股本（百万股）	880
流通股比例（%）	37.87
总市值（亿元）	1786.00
流通市值（亿元）	681.1

公司价格与沪深 300 走势比较



分析师：陈耀波

执业证书号：S0010523060001

邮箱：chenyaobo@hazq.com

分析师：李元晨

执业证书号：S0010524070001

邮箱：liyuan@hazq.com

● 海光信息：公司的主要产品：通用处理器(CPU)+协处理器(DCU)

通用处理器(CPU)产品性能强劲，产品线丰富，兼容 x86 指令集，生态优势显著。公司 CPU 产品内置多个处理器核心，集成通用的高性能外设接口，拥有完善的软硬件生态环境和完备的系统安全机制。针对不同应用场景对高端处理器计算性能、功能、功耗等技术指标的要求，分别提供海光 7000 系列产品、5000 系列产品、3000 系列产品，其中海光 7000、5000 系列主要应用于服务器，海光 3000 系列主要应用于工作站和边缘计算服务器。目前公司 CPU 全系产品已迭代至第三代(海光三号)，产品性能提升显著，海光三号为公司 2023 年主力销售产品，并持续研发迭代至海光四号和五号。同时公司 CPU 系列产品兼容 x86 指令集及国际主流操作系统和应用软件，软硬件生态丰富，已广泛应用于电信、金融、互联网、教育、交通等重要行业或领域。

协处理器(DCU)产品兼容“类 CUDA”环境，应用场景广泛。公司 DCU 产品以 GPGPU 架构为基础，内置大量运算核心，具有较强的并行计算能力和较高的能效比，适用于向量计算和矩阵计算等计算密集型应用。目前公司 DCU 产品为 8000 系列，23 年上半年 8000 系列第一代产品深算一号已实现量产销售，深算二号于 23 年下半年发布，深算三号研发进展顺利，将成为公司后续 DCU 主力产品型号。同时公司 DCU 产品兼容 ROCm GPU 计算生态，能够较好地适配国际主流商业计算软件和人工智能软件，可广泛应用于大数据处理、AI、商业计算等计算密集类应用领域，主要部署在服务器集群或数据中心。

● 国产 CPU 市场空间广阔，“引进派”或“自主派”都符合国情

国家高度重视信息技术和产业发展，自主可控 CPU 是核心芯片。CPU 是计算机核心芯片，如果设计过程无法做到自主可控，极有可能植入系统漏洞或后门而难以察觉，影响到计算机整体性能安全和稳定性。在国产 CPU 发展初期，境外 CPU 企业通过与国内企业合资授权的模式，将 CPU 包装成“自主 CPU”从而希望打开党政军信息化应用等更大市场。在“棱镜门”、“中兴事件”后，我国对国产 CPU 完全自主可控需求更为迫切。

为了摆脱我国在核心 CPU 技术方面长期受制于人的卡脖子问题，我国通过 863 计划和核高基重大专项支持，形成 CPU 自主设计和引进设计两种格局。目前引进并改进的 CPU 厂商为主流，如 X86 的兆芯、众志、澜起、海光，ARM 的飞腾、华为，Alpha 的申威，PowerPC 的宏芯，目前完全自主知识产权且形成产业化的国产架构只有中科龙芯的 LoongArch（早期也借鉴了 MIPS）。

● 海光持续积累关键技术，客户覆盖头部服务器厂商并与重要国央企/数据中心达成广泛合作

自 2018 年来，浪潮、联想、新华三、同方等多家国内知名服务器厂商

的产品已经搭载了海光 CPU 芯片。从具体行业看，金融方面，大量的金融机构采用了海光的方案，产品得到了五大国有行为代表的多家金融机构的认可；在通信领域，海光 CPU 产品大量的进入三大运营 IT 云、核心网、公有云等核心应用领域；在政府领域，得益于性能高、生态好的优势，多家部委的核心业务系统均采用海光技术路线，海光产品也已经覆盖全国各地区的国产市场。

● **海光具备三重优势，包括生态优势、性能优势、安全性**

生态优势方面，公司获得国内主流的服务器厂商的普遍认可，包括浪潮，中科曙光，联想，新华三，清华同方，宝德等，形成了规模最大的国产整机合作伙伴和最完善的产品线。采用 X86 的技术路线也是全球 90% 商业 IT 系统的选择。**在性能优势方面**，公司产品与 Intel 同期发布的主流产品在实际测试中性能实现总体相当。**在安全优势方面**，海光拥有源代码、内置安全处理器，支持可信计算。全方位的安全防护，国产化自主化解决主观的后门问题，技术上大幅提升安全防御的能力。

● **投资建议**

我们预计公司 2024-2026 年的营业收入分别为 86.94 亿元、118.06 亿元、151.28 亿元。归母净利润分别为 17.24 亿/23.32 亿/31.50 亿元，每股 EPS 为 0.74 元/1.00 元/1.36 元。对应 PE 分别为 104/77/57 倍。首次覆盖给予“买入”评级。

● **风险提示**

技术迭代不及预期、AI 和超算需求不及预期、相关产品代工产能受限、通用计算服务器采购规模下降。

● **重要财务指标**

单位:百万元

主要财务指标	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入	6012	8694	11806	15128
收入同比 (%)	17.3%	44.6%	35.8%	28.1%
归属母公司净利润	1263	1724	2332	3150
净利润同比 (%)	57.2%	36.4%	35.3%	35.1%
毛利率 (%)	59.7%	54.6%	54.8%	55.1%
ROE (%)	6.8%	8.6%	10.4%	12.3%
每股收益 (元)	0.54	0.74	1.00	1.36
P/E	131.44	103.63	76.60	56.70
P/B	8.82	8.91	7.99	7.00
EV/EBITDA	72.03	67.47	53.83	42.09

资料来源: wind, 华安证券研究所

正文目录

1 海光信息的基本情况.....	5
1.1 发展历史沿革-国内高端处理器领导企业.....	5
1.2 公司主要产品为通用处理器 CPU 和协处理器 DCU.....	5
1.3 公司客户覆盖头部服务器厂商并与重要国央企/数据中心达成广泛合作.....	7
1.4 公司在研项目持续推进.....	8
1.5 核心技术团队具有丰富的半导体行业从业经验，股东阵容强大.....	12
2 广义 CPU 市场概览.....	13
2.1 CPU 市场概览：PC、服务器两大市场，x86、ARM 两大阵营.....	13
2.2 国产 CPU 市场空间广阔，“引进派”或“自主派”符合国情.....	16
2.3 服务器市场空间广阔，x86 服务器生态体系起步较早更具兼容性优势.....	18
3 海光信息未来成长和竞争能力分析.....	19
3.1 AMD 授权专利为基础，进一步开发 CPU 和 DCU 产品.....	19
3.2 海光 CPU 和 DCU 产品基于 X86 架构和美 CUDA 生态，具备较好的兼容性.....	22
3.3 海光 CPU 具备安全可靠、通用兼容和高性能多重优势.....	23
3.4 海光 DCU 性能比肩国际一流，拥有模拟、训练、推理所需混合多元算力.....	25
4 盈利预测与投资建议.....	28
4.1 盈利预测.....	28
4.2 投资建议及估值.....	28
风险提示：.....	28
财务报表与盈利预测.....	29

图表目录

图表 1 海光信息公司主要产品研发历程	5
图表 2 海光信息公司主要产品	6
图表 3 海光信息公司营业收入 2020-2024Q1 (亿元)	7
图表 4 海光信息利润 2020-2024Q1 (亿元)	7
图表 5 海光信息公司主要客户 (服务器客户+下游领域客户)	7
图表 6 海光信息 CPU 产品技术和优势	8
图表 7 海光信息 DCU 产品技术和优势	8
图表 8 海光信息技术能力对应的产品优势	8
图表 9 海光信息对应 INTEL 的 CPU 产品	9
图表 10 海光信息产品和国际竞品的对比	9
图表 11 海光信息产品和国际竞品的对比	10
图表 12 海光信息具体核心技术	10
图表 13 海光信息公司主要核心技术人员	12
图表 14 海光信息公司股东和控股公司穿透情况 (截止 2024 年 8 月)	13
图表 15 目前的 CPU 在终端产品中的应用	14
图表 16 目前的 CPU 行业架构	15
图表 17 目前的 CPU 行业架构份额在 X86 架构中 2024Q1 vs 2023Q4 vs 2023Q1	16
图表 18 国产服务器 CPU 的市场规模	16
图表 19 国产 PC 的 CPU 的市场规模	17
图表 20 主要的国产 CPU 情况	17
图表 21 目前的 CPU 行业架构份额 X86 服务器占据绝对主导地位	18
图表 22 AMD 对海光微电子的技术转让和作价	19
图表 23 AMD 对海光集成的技术转让和作价	20
图表 24 AMD 出资专利在子公司产品中的具体应用	21
图表 25 海光信息重要控股公司 2023 年业绩情况 (亿元)	21
图表 26 海光信息合资产品的具体研发、设计、生产、销售过程在海光微电子、海光集成之间的主要分工情况	22
图表 27 海光信息与 AMD 共同出资成立海光集成与海光微电子子公司	22
图表 28 指令集情况	22
图表 29 海光信息公司核心产品和指令集架构	23
图表 30 海光信息	23
图表 31 海光信息 CPU 产品和应用场景	24
图表 32 海光信息 CPU 产品	24
图表 33 海光信息 CPU 在服务器和工作站中的应用领域及相关形态	25
图表 34 海光信息 DCU 产品基本组成架构	26
图表 35 海光信息 DCU 产品基本组成架构	26
图表 36 海光信息 DCU 产品的代表性参数	26
图表 37 海光信息 DCU 产品形态	27
图表 38 GPGPU 主要应用的领域	27

1 海光信息的基本情况

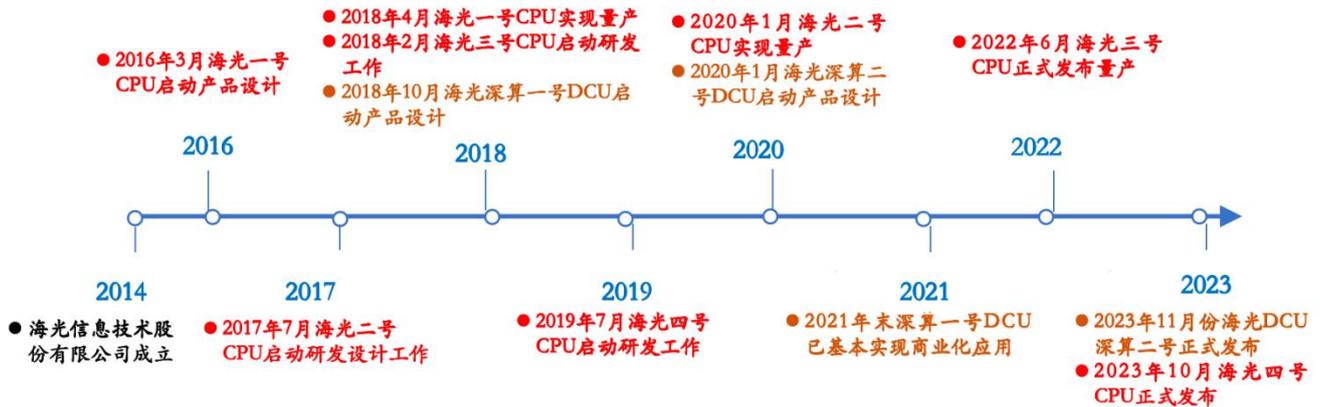
1.1 发展历史沿革-国内高端处理器领导企业

公司作为国内领先的高端处理器企业，自成立以来研发出了多款满足我国信息化发展的高端处理器产品，建立了完善的高端处理器研发环境和流程，产品性能迭代提升，功能不断丰富，主要产品包括高端通用处理器(CPU)和协处理器(DCU)。公司推出的系列高端处理器产品，已经广泛应用于电信、金融、互联网等多个行业的数据中心，以及大数据处理、人工智能、商业计算等领域。公司在产品开发方面始终秉承“销售一代、验证一代、研发一代”的产品研发策略。

海光 CPU 演变历程：公司产品 2016 年 3 月在基于 AMD 授权技术基础上启动海光一号 CPU 的产品设计；2018 年 4 月海光一号实现量产；2017 年 7 月，公司在海光一号的基础上对 Core 微结构进行优化，提升处理器核心性能和安全应用性能，启动第二代 CPU 海光二号的产品研发工作；2020 年 1 月海光二号实现量产；2018 年 2 月公司在海光二号 CPU 的基础上，对核心和片上网络微结构进行设计优化，基于新的工艺节点进行设计，启动了第三代 CPU 产品海光三号的研发工作，2022 年第三代 CPU 实现小批量出货并于 2023 年成为公司 CPU 主力销售型号；2019 年 7 月公司启动了第四代 CPU 产品海光四号的研发工作，并于 2023 年 10 月发布海光四号产品。

海光 DCU 演变历程：公司 2018 年 10 月启动深算一号 DCU 产品设计，并于 2021 年年底实现商业化应用；2020 年 1 月公司启动第二代 DCU 深算二号的产品研发工作，并于 2023 年 11 月发布。

图表 1 海光信息公司主要产品研发历程



资料来源：海光信息注册稿，海光信息官网，华安证券研究所

1.2 公司主要产品为通用处理器 CPU 和协处理器 DCU

高端处理器作为现代信息系统设备中的核心部件，在大规模数据处理、复杂任务调度和逻辑运算等方面发挥了不可替代的作用。根据应用领域、技术路线和产品特征的不同，公司高端处理器分为海光 CPU 系列产品和海光 DCU 系列产品。

海光 CPU：

海光 CPU 主要面向复杂逻辑计算、多任务调度等通用处理器应用场景需求，兼

容国际主流 x86 处理器架构和技术路线，具有优异的系统架构、高可靠性和高安全性、丰富的软硬件生态等优势。海光 CPU 按照代际进行升级迭代，每代际产品按照不同应用场景对高端处理器计算性能、功能、功耗等技术指标的要求，细分为海光 7000 系列产品、海光 5000 系列产品、海光 3000 系列产品。

海光 CPU 在国产处理器中具有非常广泛的通用性和产业生态，已经大规模应用于电信、金融、互联网、教育、交通、工业设计、图形图像处理等领域。海光 CPU 既支持面向数据中心、云计算等复杂应用领域的高端服务器；也支持面向政务、企业和教育领域的信息化建设中的中低端服务器以及工作站和边缘计算服务器。

海光 DCU:

海光 DCU 属于 GPGPU 的一种，采用“类 CUDA”通用并行计算架构，能够较好地适配、适应国际主流商业计算软件和人工智能软件。与 CPU 相同，海光 DCU 按照代际进行升级迭代，每代际产品细分为 8000 系列的各个型号。海光 8000 系列具有全精度浮点数据和各种常见整型数据计算能力，能够充分挖掘应用的并行性，发挥其大规模并行计算的能力，快速开发高性能的应用程序。

海光 DCU 主要部署在服务器集群或数据中心，为应用程序提供性能高、能效比高的算力，支撑高复杂度和高吞吐量的数据处理任务。在 AIGC 持续快速发展的时代背景下，海光 DCU 能够支持全精度模型训练，实现 LLaMa、GPT、Bloom、ChatGLM、悟道、紫东太初等为代表的大模型的全面应用，与国内包括文心一言等大模型全面适配，达到国内领先水平。

图表 2 海光信息公司主要产品

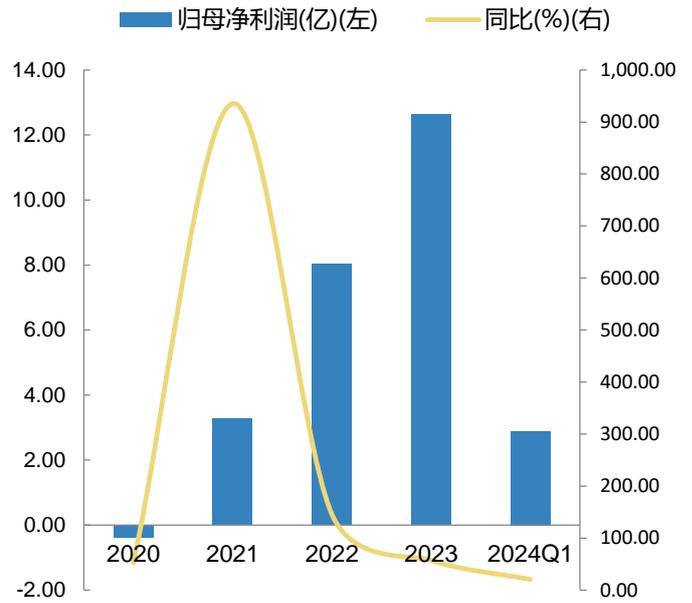
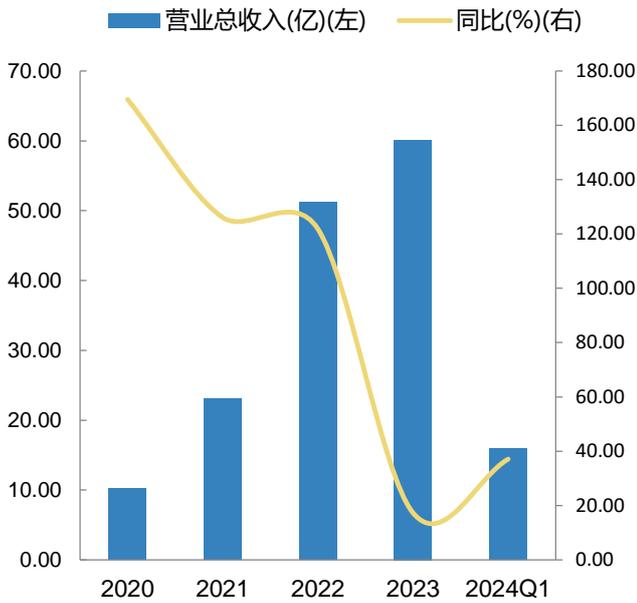
产品类型	主要产品	指令集	产品特征	典型应用场景
高端处理器	通用处理器-海光CPU	兼容x86指令集	内置多个处理器核心，集成通用的高性能外设接口，拥有完善的软硬件生态环境和完备的系统安全机制。针对不同应用场景对高端处理器计算性能、功耗等技术指标的要求，分别提供海光7000系列产品、5000系列产品、3000系列产品	云计算、物联网、信息服务、大数据处理、人工智能、商业计算等
	协处理器-海光DCU	兼容“类CUDA”环境	内置大量运算核心，具有较强的并行计算能力和较高的能效比，适用于向量计算和矩阵计算等计算密集型应用	

资料来源：海光信息 2023 年年报，华安证券研究所

公司 2020-2024Q1 分别实现年度/季度营业收入 10.22 亿元、23.10 亿元、51.25 亿元、60.12 亿元和 15.92 亿元，同比增长 169.53%、126.07%、121.83%、17.30%、37.09%。公司在 2020-2024Q1 分别实现年度/季度归母净利润-0.39 亿元、3.27 亿元、8.04 亿元、12.63 亿元、2.89 亿元，同比增长 52.78%、935.65%、145.65%、57.17%和 20.53%。

图表 3 海光信息公司营业收入 2020-2024Q1 (亿元)

图表 4 海光信息利润 2020-2024Q1 (亿元)



资料来源: wind, 华安证券研究所

资料来源: wind, 华安证券研究所

1.3 公司客户覆盖头部服务器厂商并与重要国央企/数据中心达成广泛合作

自 2018 年来,浪潮、联想、新华三、同方等多家国内知名服务器厂商的产品已经搭载了海光 CPU 芯片,并成功应用到工商银行、中国银行等金融领域客户,中国石油、中国石化等能源化工领域客户,并在电信运营商的数据中心类业务中得到了广泛使用。

图表 5 海光信息公司主要客户 (服务器客户+下游领域客户)

服务器厂商代表性客户



下游终端应用领域代表性政企客户



资料来源: 海光信息注册稿, 华安证券研究所绘制

公司技术实力与日俱增。基于 x86 指令框架和“类 CUDA”环境,采用国际先进的处理器设计技术和先进工艺制程,公司研发了安全可控的海光 CPU 系列产品和海光 DCU 系列产品。

图表 6 海光信息 CPU 产品技术和优势

优势	具体阐述
优异的产品性能	海光 CPU 使用先进的处理器微结构和缓存层次结构, 改进了分支预测算法, 使得每个时钟周期执行的指令数得到显著提高; 依托先进的 SoC 架构和片上网络, 海光 CPU 集成了更多处理器核心; 采用先进的工艺制程和物理设计方法, 实现了处理器高主频设计, 使海光 CPU 产品具有优异的产品性能。
良好的系统兼容性	海光 CPU 可以兼容国内外主流操作系统、数据库、中间件等基础软件及广泛的行业应用软件。
较高的系统安全性	海光 CPU 通过扩充安全算法指令、集成安全算法专用加速电路等方式, 有效提升了数据安全性和计算环境的安全性, 原生支持可信计算。

资料来源: 海光信息注册稿, 华安证券研究所

图表 7 海光信息 DCU 产品技术和优势

优势	具体阐述
强大的计算能力	海光 DCU 基于大规模并行计算微结构进行设计, 不但具备强大的双精度浮点计算能力, 同时在单精度、半精度、整型计算方面表现同样优异, 是一款计算性能强大、能效比较高的通用协处理器。
高速并行数据处理能力	海光 DCU 集成片上高带宽内存芯片, 可以在大规模数据计算过程中提供优异的数据处理能力, 使海光 DCU 可以适用于广泛的应用场景。
良好的软件生态环境	海光 DCU 采用 GPGPU 架构, 兼容“类 CUDA”环境, 解决了产品推广过程中的软件生态兼容性问题。公司通过参与开源软件项目, 加快了公司产品的推广速度, 并实现与 GPGPU 主流开发平台的兼容。

资料来源: 海光信息注册稿, 华安证券研究所

1.4 公司在研项目持续推进

公司在国内率先完成了高端通用处理器和协处理器产品成功流片, 并实现了商业化应用。公司产品性能达到了国际上同类型主流高端处理器的水平, 在国内处于领先地位。除了海光 CPU 之外, 国外主流的 CPU 厂商主要有 Intel、AMD; 国内 CPU 厂商主要有海思、龙芯、兆芯、飞腾、申威。

图表 8 海光信息技术能力对应的产品优势

	Intel	AMD	海光	兆芯	海思	飞腾	龙芯	申威
品牌	Xeon 6354	EPYC 7542	海光 7285	开胜 KH-3000 0	鲲鹏 920-7260	S2500	企业级 3C5000L	申威 1621
指令集	x86	x86	x86	x86	ARM	ARM	LoongArch	SW_64
核心数	18	32	32	8	64	64	16	16
超线程	36	64	64	不支持	不支持	不支持	不支持	不支持
主频	3.0GHz	2.9GHz	2.0GHz	3.0GHz	2.6GHz	2.2GHz	2.2GHz	2.0GHz
内存类型	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4	DDR3
内存通道数	8	8	8	2	8	8	4	8
最高内存频率	3200MHz	3200MHz	2666MHz	2666MHz	2933MHz	3200MHz	3200MHz	2133MHz
PCIe 通道数	64	128	128	16	40	17	32	16
产品定位	服务器 CPU	服务器 CPU	服务器 CPU	服务器 CPU	服务器 CPU	服务器 CPU	服务器 CPU	服务器 CPU

注: 表中所示的参数均来自各自 CPU 厂商的官方网站或者公开发布的资料。

资料来源: 海光信息注册稿, 华安证券研究所

指令集是影响处理器应用领域的重要因素, 不同指令集架构下部分产品参数如核心数、超线程对产品性能影响程度不同, 仅具有参考意义。通常情况下, 处理器核心数较多时, 在性能提升的同时, 会限制主频的提升; 内存通道、内存主频、PCIe 通

道等参数直接影响处理器 I/O 性能，也是处理器重要性能指标。

由于 Intel 公司的处理器产品在市场上处于主导地位，因此公司对标 Intel 公司区分产品定位。公司把面向关键任务和数据中心关键应用的 7000 系列芯片称为高端芯片，把面向边缘计算服务器、工作站应用的 3000 系列芯片称为低端或工作站芯片，把面向其他中端或中低端应用场景的 5000 系列芯片称为中端芯片。

图表 9 海光信息对应 Intel 的 CPU 产品

下表为公司芯片产品与 Intel 芯片产品的分类对照情况：

产品定位	公司产品	Intel CPU 产品（2019 年前）	Intel CPU 产品（2019 年后）
高端	7000 系列	至强 E7	至强铂金（Platinum）、至强金（Gold）
中端	5000 系列	至强 E5	至强银（Silver）
低端	3000 系列	至强 E3	至强铜（Bronze）

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

公司通过综合比较处理器市场定位、核心数量、产品售价等因素，选取了 Intel 在 2020 年(与海光 7285 同期)发布的 6 款至强铂金系列产品(能够反映 Intel2020 年发布的主流 CPU 产品的性能水平)，与海光 7285 进行性能对比(采用业界国际通用的测试程序 SPECCPU2017 测试数据)

图表 10 海光信息产品和国际竞品的对比

产品名称	发布时间	4 路测试结果		双路测试结果		性能差异 (Intel 数据/海光数据-1)	
		Speccpu INT	Speccpu FP	Speccpu INT	Speccpu FP	Speccpu_INT	Speccpu_FP
Intel8380HL (铂金)	2020 年第 二季度	784	657	392	329	12.64%	6.66%
Intel8380H (铂金)	2020 年第 二季度	784	653	392	327	12.64%	6.01%
Intel8376HL (铂金)	2020 年第 二季度	765	641	383	321	9.91%	4.06%
Intel8376H (铂金)	2020 年第 二季度	756	643	378	322	8.62%	4.38%
海光 7285	2020 年第 一季度	-	-	348	308	-	-
Intel8360HL (铂金)	2020 年第 三季度	690	599	345	300	-0.86%	-2.76%
Intel8360H (铂金)	2020 年第 三季度	688	597	344	299	-1.15%	-3.08%

注：Intel 2020 年发布的处理器产品只公布了 4 路测试结果，而同期海光 7285 的测试结果为双路测试结果。故将 Intel 处理器 4 路测试结果折算为双路测试结果后，与海光 7285 进行比较。根据 Intel 在 2019 年第二季度发布的 Intel 8253、Intel 6252、Intel 6248 和 Intel 6240 处理器的 4 路测试结果和双路测试结果，4 路的测试结果均约为双路测试结果的 2 倍（1.97 倍-2.01 倍之间），说明在参考比较时，双路测试结果可以使用 4 路测试结果进行折算。

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

海光 DCU 系列产品已于 2021 年实现商业化应用。海光 DCU 兼容“类 CUDA”环境，软硬件生态丰富。

公司深算一号和国际领先 GPU 生产商 NVIDIA 公司高端 GPU 产品(型号为 A100)及 AMD 公司高端 GPU 产品(型号为 MI100)进行对比看，在典型应用场景下，公司深算一号指标达到国际上同类型高端产品的水平。海光 DCU 未来将广泛应用于大数据处理、人工智能、商业计算等领域。

图表 11 海光信息产品和国际竞品的对比

项目	海光	NVIDIA	AMD
品牌	深算一号	Ampere100	MI100
生产工艺	7nmFinFET	7nmFinFET	7nmFinFET
核心数量	4096(64CUs)	2560CUDAprocessors 640Tensorprocessors	120CUs
内核频率	Upto1.5GHz (FP64) Upto1.7Ghz (FP32)	Upto1.53Ghz	Upto1.5GHz (FP64) Upto1.7Ghz (FP32)
显存容量	32GBHBM2	80GBHBM2e	32GBHBM2
显存位宽	4096bit	5120bit	4096bit
显存频率	2.0GHz	3.2GHz	2.4GHz
显存带宽	1024GB/s	2039GB/s	1228GB/s
TDP	350W	400W	300W
CPUtoGPU 互联	PCIeGen4x16	PCIeGen4x16	PCIeGEN4x16
GPUtoGPU 互联	xGMIX2, Upto184GB/s	NVLink upto600GB/s	InfinityFabricx3, upto276GB/s

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

公司在 CPU 和 DCU 芯片技术领域持续投入，公司在处理器体系结构设计、处理器核心微结构验证、处理器安全架构、处理器 IP 研发、处理器可测性与可调试性设计、处理器物理设计、处理器先进封装设计、处理器测试、处理器基础软件设计和处理器生态软件优化等核心技术上持续开展研发，优化、提升公司产品性能。

图表 12 海光信息具体核心技术

技术	公司技术阐述
处理器体系结构设计方面	采用高带宽低延时 chiplet 互联技术，不断提升计算性能。兼容主流的处理器指令集，并根据应用需要扩展指令集。内存控制器支持 SDRAM 和 HBM 等存储协议接口，访存带宽和高可靠性技术不断提升，同时支持内存加密。处理器利用 ComboPHY 灵活支持多种高速 I/O，包括处理器之间互连总线、PCIe、CXL、SATA、1/10GbE 等，具备对一致性互联总线 CXL 的支持。可扩展片上网络，利用高数据位宽结合虚通道技术，提高了处理器核心之间数据访问带宽，降低了拥塞。支持 QoS，进一步降低敏感数据的访问延时。此外，针对高主频的复杂微结构、软件协同下功耗预估和管理等方面进行了创新性处理器体系结构设计。
处理器核心微结构验证方面	建立了处理器核心功能部件级、处理器核心级、处理器核心簇级、全片多核心簇级、多芯粒级和多芯片级完整的多层次处理器验证环境。研发了包括指令集功能验证程序、微结构定向测试程序、随机指令序列测试程序、功能部件级随机测试激励的各项验证激励。建立了指令功能模型、功能部件级正确性模型。形成了包括基于先进设计方法学的多层次处理器验证环境、定向验证激励及随机验证激励、指令集功能模型及各微结构层次正确性检查器、基于硬件仿真加速器的验证等处理器核心微结构验证技术体系。
处理器安全架构方面	处理器安全技术主要包括可信执行环境、密码运算加速、可信计算、漏洞防御等。可信执行环境方面，海光基于数据自动加解密和硬件隔离，有效防止安全攻击；集成符合国密标准的密码协处理器和密码指令集，支持国密标准 SM2、SM3、SM4；处理器内置可信计算平台，支持基于硬件信任根的 TSB 可信安全启动、中国可信标准 TPCM 和 TCM2.0。可信计算平台不仅实现了可信计算所需的信任根，还可以对系统进行主动的度量及监控，并在检测到异常时及时采取措施，有效保护系统，符合等保 2.0 要求。CPU 漏洞防御

方面，海光 CPU 对熔断漏洞免疫，对幽灵漏洞和侧信道漏洞则采用有效的软硬件技术进行防御，可以提供先进的云计算上全流程安全执行环境。

处理器 IP 研发方面

公司拥有高水平定制电路设计平台，拥有完善的设计流程和设计方法，具备丰富成熟的定制和半定制电路开发能力。有涵盖定制标准单元库、存储器编译器、各类通用接口 (GPIO)、内核高速缓存，高密度 VcacheSRAM，高性能数字 PLL 时钟，片上模拟和数字电源，模拟和数字测温等关键 IP。通过数模混合高速接口设计技术，开发的高带宽、低功耗、低延迟的芯粒互连接口，支持标准封装和 Interposer 等先进封装互连，在芯片层面实现了处理器体系结构的重组。通过工艺结点下模拟和全数字低压差线性稳压器设计技术，高能处理器供电技术，处理器独立控制各个单核电压，结合自适应电压和频率调节，实现电压动态调节，降低处理器功耗。通过对定制标准单元、存储器编译器的性能优化、面积优化和功耗优化，缩小处理器面积，提高了处理器性能和能效比。

处理器可测性与可调试性设计方面

建立了全套先进的 DFT 和 DFD 设计流程。DFT 基于自上向下的设计理念，采用分布式与多路选择器相结合的测试访问机制，根据模块级评估结果划分顶层测试任务，完成顶层测试协议文件的映射，生成跳变时序故障、固定型故障、串扰故障等测试向量。针对片上特定 IP 及嵌入式存储结构，制定内建自测试等设计方案。对于先进封装，建立了面向该封装的针对性芯片测试机制，以保障高效的测试覆盖和诊断。DFT 通过全方位测试覆盖，保障芯片生产中良品筛选，助力工艺问题的快速诊断。DFD 通过插入调试专用电路，提高电路故障区分度，通过生成扫描链诊断向量，提高电路故障诊断质量和效率。此外，公司研发了面向芯片硅后验证的软硬件调试工具，包括调试现场分析工具、内部信号观测工具、JTAG 调试工具、配置总线访问工具等。

处理器物理设计方面

建立了完善的支持业界主流工艺的物理设计流程和适应不同产品与工艺需求的签核标准验证流程，实现不同工艺的快速切换。设计流程平台涵盖从逻辑综合、物理设计、物理验证到签核全流程。流程支持标准工艺单元库，结合定制的高速单元可实现高性能设计的快速收敛。顶层物理设计流程支持多层次设计和多层次模块复用，支持模块穿透过线和总线流水线复用，适用于不同设计，能够有效地提高超大规模集成的物理设计效率。自研的时钟网格设计、布线和分析技术支持高端芯片时钟网格设计与其他物理设计任务并行开展。自研签核设计流程可针对不同的设计模式、工艺、电压、温度等要求，分析并得出相应的时序、压降、电迁移等签核标准。该签核技术支持芯片动态工作电压和频率变化以适应不同性能的需求和节省功耗，支持自适应工作电压变化以确保不同工艺偏差的芯片得到最佳工作电压。物理设计流程能够适配先进的 Chiplet 设计，结合不同的封装方案，完成跨芯片的布局规划，电源和时钟网络部署，数据通路分析以及时序和压降等签核验证工作。

处理器先进封装设计方面

公司在多芯片互联、基板设计、封装电/热/力仿真、大尺寸多层基板设计、凸块 (bumping) 加工技术、高性能散热技术等已经形成一整套封装技术解决方案。在封装工艺上也掌握了多层高密度布线设计、大尺寸芯片贴装、微凸块结构设计等技术，完成了完整的国产供应链整合，形成了产品化能力。同时也掌握了窄节距、大尺寸 LGA/BGA 封装技术。

处理器 X

建立了覆盖晶圆测试、封装测试、终测和系统级测试在内的处理器测试体系，保障了海光 CPU 和 DCU 测试的规范性，有效支撑了海光 CPU 和 DCU 的研发和量产。晶圆测试方面，建立基于产品需求的晶圆质量及性能判决模型，利用低温和高温环境下晶圆测试数据，对芯片进行速度与功耗建模并精细分类。封装测试方面，结合不同温度下晶圆测试的特征参数，优化电压等参数，实现产品级整体性能优化提升。可靠性方面，通过自建研发老化测试系统，实现可靠性测试自主可控，不断提高可靠性问题解决能力，进一步提升产品可靠性水平。

处理器基础软件设计方面

形成了一套软硬件一体化的处理器基础固件设计与验证方法，实现了固件的功能、性能和稳定性。海光基础固件负责对处理器所集成 IP 的配置、管理和维护，从而简化 SoC 架构设计，提升 CPU 和 DCU 产品开发速度。海光处理器使用安全启动技术保证加载到 CPU 和 DCU 内部运行固件的安全性。微码方面，公司自主设计和定义了微码指令集和功能，形成由微码程序、微码编译器、微码补丁、微码专用硬件以及微码验证环境等组成的海光处理器微码系统，支持微码编译和调试、高级语言编程，实现了微码安全加载和验证机制。

处理器生态软件优化方面

对密集和稀疏线性代数、快速傅里叶变换等广泛使用的数学库进行分析和优化，形成了一套覆盖面广、性能优的高效能数学库，其技术主要包括多核并行化、自适应存储管理和指令集自适应优化技术等。通过对结构体内存布局优化，循环展开优化和减少动态指令数，不断提高缓存命中率和程序性能。

资料来源：海光信息注册稿，海光信息 2023 年年报，华安证券研究所

1.5 核心技术团队具备丰富的半导体行业从业经验，股东阵容强大

公司核心技术团队具备丰富的半导体行业从业经验。公司多名核心技术人员来自国际大厂/中科曙光研发中心，具备丰富的研发设计经验。其中刘新春现任公司副总经理，公司核心技术人员，曾于2009年1月至2016年2月，任中科曙光研发中心负责人。潘于曾于2012年6月至2017年9月，任AMD芯片设计高级经理，现任公司副总经理，公司核心技术人员。

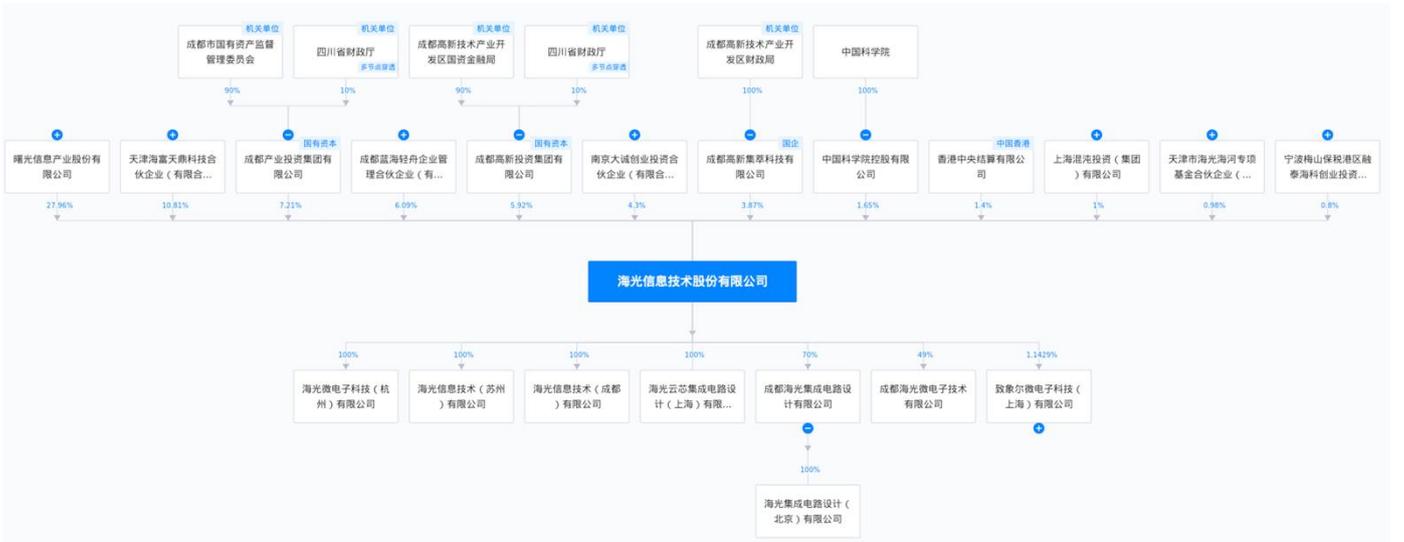
图表 13 海光信息公司主要核心技术人员

核心技术人员姓名	职务	主要履历
刘新春	现任公司副总经理，公司核心技术人员	中国科学院电子学研究所信号与信息处理专业博士。中国国籍，无永久境外居留权。2002年4月至2008年12月，任中国科学院计算技术研究所副研究员；2009年1月至2016年2月，任中科曙光研发中心负责人。2016年2月加入公司
应志伟	现任公司副总经理，公司核心技术人员	同济大学人工智能与模式识别专业硕士。中国国籍，无永久境外居留权。2000年4月至2016年12月，历任英特尔公司软件架构师等职位；2017年1月至2017年12月，任致象尔微软件总监。2018年1月加入公司
潘于	现任公司副总经理，公司核心技术人员	华中科技大学微电子与固体电子学硕士。中国国籍，无永久境外居留权。2012年6月至2017年9月，任AMD芯片设计高级经理；2017年9月至2017年11月，任武汉晟联智融微电子科技有限公司副总经理、执行董事。2017年11月加入公司
张攀勇	现任公司工程平台技术中心主任工程师，公司核心技术人员	中国科学院计算技术研究所计算机系统结构博士。中国国籍，无永久境外居留权。2010年1月至2016年5月，任中科曙光存储产品事业部副总工程师。2016年5月加入公司
王建龙	现任公司定制工艺中心主任工程师，公司核心技术人员	复旦大学电子与通信工程专业硕士。中国国籍，无永久境外居留权。2015年4月至2016年9月，任苏州中晟宏芯信息科技有限公司电路设计技术总监。2016年10月加入公司
黄河	现任公司CPU设计中心主任工程师，公司核心技术人员	中国科学院计算技术研究所计算机系统结构博士。中国国籍，无永久境外居留权。2012年7月至2014年5月，任AMD主管工程师；2014年6月至2015年7月，任英国想象技术有限公司深圳代表处高级主管工程师。2015年8月加入公司
杨晓君	现任公司工程平台技术中心主任工程师，公司核心技术人员	哈尔滨工程大学通信与信息系统博士。中国国籍，无永久境外居留权。2000年1月至2010年11月，任中国科学院计算技术研究所副研究员；2010年11月至2016年9月，任中科曙光研发中心副总工程师。2016年10月加入公司

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

公司股东背景实力雄厚。股东背景上，海光信息脱胎于中科院，其第一大股东为中科曙光，持股比例为27.96%。中科曙光背靠中科院计算所或能够为公司提供业务支持。以成都国资为代表的（成都产业投资集团/成都高新投资集团/成都高新集萃科技公司），合计持股比例达17%。

图表 14 海光信息公司股东和控股公司穿透情况 (截止 2024 年 8 月)



资料来源：海光信息注册稿，天眼查，华安证券研究所

2 广义 CPU 市场概览

2.1 CPU 市场概览：PC、服务器两大市场，x86、ARM 两大阵营

CPU 可以应用在服务器、工作站、个人计算机(台式机、笔记本电脑)、移动终端和嵌入式设备等不同设备上，根据应用领域的不同，其架构、功能、性能、可靠性、能效比等技术指标也存在一定差异。

服务器具有高速的数据处理能力、强大的 I/O 数据吞吐能力、良好的可扩展性，并需要长时间可靠运行，其 CPU 芯片在性能、可靠性、可扩展性和可维护性等方面要求较为苛刻。因此，服务器处理器是数据处理能力最强、设计工艺最复杂、可靠性最高的处理器。服务器的应用领域包括实时分析、5G 应用、人工智能、机器学习、金融、大数据和云计算等领域。

工作站是一种高端微型计算机，主要为单用户提供比个人计算机更强大的性能，尤其是在数据并行处理能力和图形处理能力等方面。工作站的典型应用领域包括科学和工程计算、软件开发、计算机辅助设计等。

个人计算机包括台式机和笔记本电脑两大类，主要用于满足个人的工作、学习、娱乐需求，以及企业员工的办公需求。个人计算机处理器核心数量较少，具有较少 I/O。

移动终端包括手机、笔记本、平板电脑、POS 机等。随着集成电路技术的进步和移动网络向宽带化发展，移动终端正从简单通话工具逐步转变为综合信息处理平台。移动终端处理器具有低功耗、轻量化等特点，关注对多媒体功能的增强，具有较少 I/O。

嵌入式设备需要具有高稳定性和低功耗，其处理器对环境(如温度、湿度、电磁场、振动等)的适应能力强，体积小，且集成度高，适用于工业控制、移动便携设备、物联网终端等场合。

图表 15 目前的 CPU 在终端产品的应用

类型	主要性能指标	典型应用场景	技术特点
服务器	1、单颗处理器核心数一般在 8 核~64 核，20 核以上居多 2、支持多路互连，两路、四路、八路等 3、可靠性、稳定性要求高，常年无故障运行 4、高端内存，支持 ECC 等可靠性要求 5、功耗比较高，一般 100W 以上	1、行业关键应用（电信、金融、教育、互联网等） 2、政府国计民生关键应用（税务、电力、公安、社保等）	1、微结构复杂、先进，制造工艺先进，核心数多，单核及多核性能皆优异 2、指令集功能齐全 3、片上集成缓存容量大 4、内存通道数多 5、I/O 带宽高 6、支持多处理器一致性互连 7、可靠性高，RAS 功能丰富 8、TDP 功耗较高
工作站	1、单颗处理器核心数一般在 10 核以下，4 核、8 核居多 2、单路或双路形式 3、可靠性、稳定性要求较高 4、内存容量要求较高 5、一般配有独立显卡 6、功耗一般在 100W 以下	1、图形工作站 2、计算工作站	1、微结构复杂、先进，制造工艺先进，单核及多核性能优异 2、指令集功能齐全 3、片上集成缓存容量大 4、I/O 能力要求较强 5、可靠性较高
个人计算机	1、单颗处理器核心数一般在 10 核以下，4 核、8 核居多 2、主要是单路形式 3、可靠性、稳定性要求低 4、低成本内存，可靠性要求相对较低，内存容量要求低 5、功耗一般在 100W 以下	1、台式机 2、笔记本电脑	1、微结构复杂、先进，制造工艺先进 2、性能与功耗较平衡 3、指令集功能较齐全 4、I/O 接口功能齐全 5、内存通道数为 1~2 个
移动终端	1、单颗处理器核心数一般在 10 核以下，4 核、8 核居多 2、主要是单路形式 3、可靠性、稳定性要求相对较低 4、内存成本低，可靠性要求低，内存容量要求低 5、功耗要求严格，关注低功耗设计	1、手机 2、平板电脑 3、智能电视 4、POS 机	1、微结构较复杂，制造工艺先进 2、性能功耗比优异 3、指令功能较齐全
嵌入式设备	1、处理器一般采用 SoC 方案，CPU 内部集成丰富的外围设备 2、功耗要求苛刻，功耗一般很低	1、智能汽车 2、网络设备 3、物联网设备 4、工业控制系统	应用领域非常广泛，针对不同应用领域有不同规格

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

多年来，多家 RISC 架构提出企图颠覆 x86，目前主流 RISC 架构主要是 ARM 和 RISC-V。CISC CPU（复杂指令集）的代表是 x86，由于采取向前兼容的设计策略，指令功能复杂，种类繁多，芯片内部设计也相对复杂。由于采用了非常严格的授权策略，该架构全球主流公司只有 Intel 和 AMD 两家，国内由于历史原因得到授权的厂商有兆芯、澜起、海光等。RISC 类 CPU 精简了 CISC 许多“古老的”和使用频率较低的指令，指令集功能单纯，CPU 内部构造也得到了简化，适合高速操作。采用 RISC 指令集的架构包括 ARM、MIPS、RISC-V、SPARC、PowerPC、Alpha 等。但除 ARM 外，其他架构通常只应用在特殊场景，并没有打开开放市场。近年来，RISC-V 在 IoT 领域发展迅速，有望取代 ARM 部分份额。国内采用 ARM 架构的主要厂商有海思、紫光展锐、瑞芯微等，具有 RISC-V 相关产品研发经验的有北京君

正、阿里平头哥、东软载波、芯来科技和 SiFive 等。

图表 16 目前的 CPU 行业架构

架构名称	推出公司	主要应用场景	推出时间	采用该架构授权的主要国内厂商	采用该架构授权的主要海外厂商	生态环境
X86	美国 Intel、美国 AMD	PC 服务器	1978 年	兆芯、众志、海光、津逮等	/	Wintel 苹果 Linux
ARM	英国 ARM (软银收购)	智能手机 服务器 服务器	1985 年	紫光、飞腾、海思、瑞芯微、晨、全志	苹果、三星、谷歌、德州仪器、飞思卡尔、英伟达、东芝、高通、联发科	安卓 Linux 苹果
MIPS	美国 MIPS (imagination 收购)	科学超算 嵌入式计算机 服务器	1980 年代	龙芯、瑞昱、炬力、扬智科技	英飞凌、博通、ATI	Linux
SPARC	美国 SUN	科学超算 嵌入式计算机	1987 年	/	德州仪器、Cypress 半导体、富士通等	Linux
PowerPC	Apple、IBM、Motorola 组成的 AIM 联盟	服务器	1991 年	中晟	任天堂	Linux
Alpha	美国 DEC	科学超算	1992 年	申威	/	Linux
RISCV	加州大学伯克利分校	物联网、控制器、数据中心的专用芯片和边缘计算等	2010 年	阿里巴巴 (平头哥) 紫光展锐 赛防科技 芯来科技	SiFive 西部数据	Linux

资料来源：《国产 CPU 发展的现状与展望》，华安证券研究所

Intel 是 X86 生态的绝对领导者，AMD 近年来抢占一定份额。根据 Mercury Research 的数据统计，在服务器 x86CPU 中，截止 2024Q1，Intel 的 X86 架构占据市场的 76.4%，AMD 的 X86 占据市场的 23.6%；在手机 CPU 市场中，Intel 的 X86 架构占据 80.7%，AMD 的 X86 占据市场的 19.3%；在笔记本电脑和台式机 CPU 的 X86 架构中，Intel 的 X86 占据市场的 76.1%，AMD 的 X86 占据市场的 23.9%。

微软公司和英特尔公司各自凭借自身规模效应和技术优势，使其产品 Windows 和 Intel CPU 占据了绝大部分市场份额，结成了“Wintel”技术联盟。Wintel 技术联盟的基本特点是基于 x86 架构优化各类软件应用，使得 x86 架构具有显著的产业生态优势。在操作系统领域，Windows 和 Linux 均兼容 x86 架构；在应用软件方面，得益于对独立软件开发商的指令集开放与应用平台操作系统一致性，显著降低了技术开发门槛，使得 x86 架构下的软硬件环境的成熟度相较于其他架构具有明显优势。

图表 17 目前的 CPU 行业架构份额在 X86 架构中 2024Q1 vs 2023Q4 vs 2023Q1

CPU 市场份额占比		2024Q1 当前季度	2023Q4 上一季度	2023Q1 去年同期	季度份额变化	年度份额变化
服务器	Intel	76.4%	76.9%	82.0%	-0.5%	-5.6%
	AMD	23.6%	23.1%	18.0%	+0.5%	+5.6%
手机	Intel	80.7%	79.7%	83.8%	+1.0%	-3.1%
	AMD	19.3%	20.3%	16.2%	-1.0%	+3.1%
电脑	Intel	76.1%	80.2%	80.8%	-4.2%	-4.7%
	AMD	23.9%	19.8%	19.2%	+4.2%	+4.7%

资料来源: Mercury research, 华安证券研究所

2.2 国产 CPU 市场空间广阔, “引进派”或“自主派”符合国情

国产服务器和 PC 的 CPU 的市场空间广阔。其中服务器 CPU 市场看, 根据 IDC 的数据显示, 中国服务器出货量从 2019 年的 319 万, 提升至 2023 年的 449 万台, 总体 CAGR 将近 9%。从每台服务器搭载的 CPU 数量看, x86 处理器起步较早, 生态适配有明显优势, 应用 x86 处理器的服务器销售额占全部服务器销售额的比例约 90% 以上, 中国 x86 服务器以双路服务器为主, 占比在 88.8%; 单路、4 路服务器合计占比超 10%; 8 路以上服务器较少, 占比未超过 1%。则假设服务器以双路为主要形态。从 CPU 的产品均价看, 7000 系列 CPU 产品主要应用在高端服务器, 均价在 7400~12000 元之间; 5000 系列 CPU 产品主要应用于中低端服务器, 均价在 5500 元~7800 元之间。以此推算国产服务器 CPU 的市场规模以 2023 年的出货量 449 万台, 均价 8000 元/CPU, 一台 CPU 搭载 2 台 CPU, 总体市场空间 718 亿元 rmb。

图表 18 国产服务器 CPU 的市场规模

数据	整体数量	具体阐述
中国服务器出货量	23 年出货量 449 万台	中国服务器出货量从 2019 年的 319 万, 提升至 2023 年的 449 万台, 总体 CAGR 将近 9%
每台服务器搭载的 CPU 数量	双路服务器是大部分服务器的规格	x86 处理器起步较早, 生态适配有明显优势, 应用 x86 处理器的服务器销售额占全部服务器销售额的比例约 90% 以上, 中国 x86 服务器以双路服务器为主, 占比在 88.8%; 单路、4 路服务器合计占比超 10%; 8 路以上服务器较少, 占比未超过 1%。
国产 CPU 的产品均价	选取均价为 8000 元	7000 系列 CPU 产品主要应用在高端服务器, 均价在 7400~12000 元之间; 5000 系列 CPU 产品主要应用于中低端服务器, 均价在 5500 元~7800 元之间
国产服务器 CPU 的市场规模		市场规模=449 万*8000 元*2CPU/台=718 亿 rmb

资料来源: IDC, Canalys, 中商产业研究院, 海光信息招股书, 华安证券研究所

国产 PC 的 CPU 市场空间看。根据 Canalys 的数据显示, 2023 年中国大陆 PC (不含平板电脑) 市场出货量为 4120 万台。每台 PC 搭载的 CPU 的数量为 1 颗。根据海光信息的产品均价看, 3000 系列 CPU 主要应用于工作站等均价 960 元~1300 元之间。国产片 PC 的 CPU 市场规模根据 2023 年的出货量 4120 万台为基础, 选取每台 PC 搭载 1 颗 CPU, 均价 1000 元计算, 总体国内 PC 的 CPU 市场规模为 412 亿。

图表 19 国产 PC 的 CPU 的市场规模

数据	整体数量	具体阐述
中国 PC 出货量	23 年出货量为 4120 万台	/
每台 PC 搭载 CPU 的数量	1 颗	/
国产 PC 的 CPU 的产品均价	选取均价为 1000 元左右	3000 系列 CPU 主要应用于工作站等均价 960 元~1300 元之间。
国产 PC 的 CPU 的市场规模	市场规模=4120 万*1000 元*1CPU/台=412 亿 rmb	

资料来源: IDC, Canalis, 中商产业研究院, 海光信息招股书, 华安证券研究所

国家高度重视信息技术和产业发展, 自主可控 CPU 是核心芯片。CPU 是计算机核心芯片, 如果设计过程无法做到自主可控, 极有可能植入系统漏洞或后门而难以察觉, 影响到计算机整体性能安全和稳定性。在国产 CPU 发展初期, 境外 CPU 企业通过与国内企业合资授权的模式, 将 CPU 包装成“自主 CPU”从而希望希望打开党政军信息化应用等更大市场。在“棱镜门”、“中兴事件”后, 我国对国产 CPU 完全自主可控需求更为迫切。

为了摆脱我国在核心 CPU 技术方面长期受制于人的卡脖子问题, 我国通过 863 计划和核高基重大专项支持, 形成 CPU 自主设计和引进设计两种格局。目前引进并改进的 CPU 厂商为主流, 如 X86 的兆芯、众志、澜起、海光, ARM 的飞腾、华为, Alpha 的申威, PowerPC 的宏芯, 目前完全自主知识产权且形成产业化的国产架构只有中科龙芯的 LoongArch (早期也借鉴了 MIPS)。

图表 20 主要的国产 CPU 情况

	龙芯	飞腾	申威	兆芯	众志	宏芯	麒麟	海光	津逮
研发单位	中科院计算所	国防科技大学	江南计算所	上海兆芯	北京大学	中晟宏芯	华为	中科曙光	澜起科技
指令集体系	MIPS、LoongArch	SPARC/ARM	Alpha	X86/ARM	X86	PowerPC	ARM	X86	X86
来源	授权+自研	授权	授权+自研	授权	授权	授权	授权	授权+自研	授权
相关产品	龙芯 1 号 龙芯 2 号 龙芯 3 号	FT-1000 FT-1500 FT-2000	SW-1600 SW-1610 SW26010	ZX-C ZX-D KX-5000 KX-6000 KH-20000	众志-805 PKUnity863-1/2/3	GP1 GP2 GP3	麒麟 970 麒麟 980	7000 系列、 5000 系列和 3000 系列	津逮系列 CPU
实际应用	北斗导航卫星 灵珑系列一体机	天河一号、 天河二号、 天河三号	神威蓝光 神威太湖之光	联想台式机、笔记本、服务/火星舱存储系统	手持终端/计算机	RedPower 服务器	鲲鹏生态服务器	国家超级计算机项目	搭载津逮 CPU 新华三服务器 R4900G3

资料来源: 《国产 CPU 发展的现状与展望》, 华安证券研究所

国产 x86 架构主要厂商包括兆芯、海光、澜起科技和众志。众志以 AMD 授权 x86 指令系统为基础, 在国内最早研发了兼容 x86 架构的 CPUPKUnity86-2, 能流畅运行基于 Windows 操作系统的应用程序。兆芯从 VIA 购买了完整全套的 CPU 技术, 且 VIA 拥有长期 Intel 的 X86 指令集授权, 在取得 VIA-X86 架构后, 兆芯研发了 ZX-C, D、E 系列化处理器, 基本达到国际主流通用处理器性能水准, 满足党政桌面办公需求, 以及 4K 超高清观影娱乐的应用; 海光信息自 2016 年起获得 19 项

AMD 的专利授权和技术支持，以 AMD 第一代 Zen 架构为基础，研发拥有 7000，5000，3000 三大产品系列，可作为面向数据中心高性能处理器以及面向行业客户的主流中端处理器。

国产 ARM 架构主流厂商包括飞腾和华为。飞腾采用 SPARC/ARM 架构，可应用于政府办公、互联网、电信、金融税务等信息化系统，系列产品有 FT1000、FT1500、FT2000 等，FT 系列 CPU 定位高性能服务器，成功应用于我国天河一号、二号和三号高性能计算机；华为海思以鲲鹏系列芯片为基础，打造了鲲鹏生态产业联盟，其服务器性能比肩国际主流大厂，而 PC 端的芯片也完成了与多家国产操作系统的适配，成为国内出货量最高的自主可控 CPU 之一。

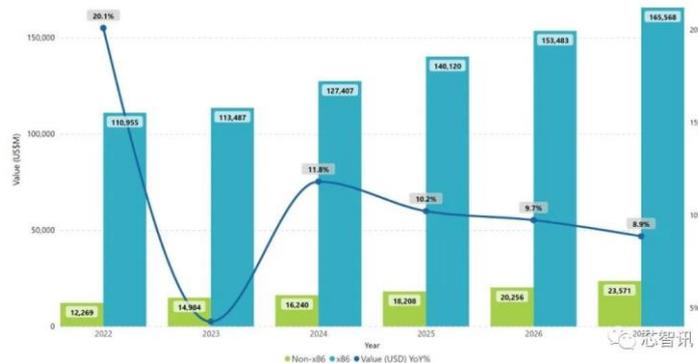
Alpha 架构方面，申威采用引进加自研的模式，同时积极扩展 SW64 指令集。申威采用 Alpha 架构，有单核 SW-1、双核 SW-2、四核 SW-410、十六核 SW-1600 等产品，神威蓝光超级计算机使用了近 9000 片 SW-1600，使用 SW-26010 构建的神威太湖之光超算多次占据世界超算计算机榜首，曾获得世界高性能计算机领域最高奖项“戈登贝尔”奖。同时公司积极筹划开发自主设计的 SW64 指令集，未来有望成为完全具有独立知识产权的架构之一，进一步满足国家对自主可控安全保障的要求。

2.3 服务器市场空间广阔，x86 服务器生态体系起步较早更具兼容性优势

根据 IDC 的数据统计和预测，2022 年全球服务器市场规模同比增长 20.1% 达到了 1232.24 亿美元，并预计 2023 年市场规模将微幅增长至 1284.71 亿美元，之后四年的年度增长率将分别为 11.8%、10.2%、9.7%、8.9%，到 2027 年市场规模将达 1891.39 亿美元。

具体来看，2022 年全球 x86 服务器的销售额为 1109.55 亿美元，同比增长 18.8%。相比之下非 x86 服务器的销售额同比大涨 32.8% 至 122.69 亿美元。2023 年全球服务器市场增长放缓，x86 服务器的销售额同比仅增长了 2.3% 至 1109.55 亿美元，不过非 x86 服务器的销售额仍保持了高达 22.1% 的同比增长，达到了 149.84 亿美元。根据 IDC 的预计，到 2027 年，x86 服务器的销售额增长至 1655.68 亿美元，非 x86 服务器的销售额也将增长至 235.71 亿美元。从整体的趋势来看，未来数年内，虽然非 x86 服务器保持了持续的高速增长，但是 x86 服务器仍然是整个服务器市场的主流，以销售计算的占比将持续维持在 87.5% 以上。即使到 2027 年，非 x86 服务器的市场份额仍然只有不到 12.5%，相比 2023 年的 11.66%，仅增长了 1 个百分点不到。

图表 21 目前的 CPU 行业架构份额 X86 服务器占据绝对主导地位



资料来源：IDC，华安证券研究所

3 海光信息未来成长和竞争能力分析

3.1 AMD 授权专利为基础，进一步开发 CPU 和 DCU 产品

海光信息和 AMD 共同设立海光集成、海光微电子。AMD 对海光微电子出资 7 项专利作价 4,683.6735 万美元作为 AMD 对海光微电子的出资。

图表 22 AMD 对海光微电子的技术转让和作价

专利家族	专利号/公告号	申请国家	专利名称	应用模块及功能实现描述	应用产品情况	评估价值 (万美元)
DE1012	US8067315	美国	包括压缩应力低介电常数材料层的微观结构设备	涉及电路设计与实现，应用于所有全定制 IP。该专利可以改善晶体管的材料和工艺，使得晶体管可以在更小的电压变动下反应，改善晶体管的反应速度，越做越小，使得处理器的每一个晶体管具有更高的性能。	海光 CPU、DCU 系列产品	2,437.00
	DE102008026182	德国	包括压缩应力低介电常数材料层的微观结构设备			
DE1209	US8466520 (DIV)	美国	具有逐步成形的结构的、使用嵌入式应变-又到材料的晶体管	涉及电路设计与实现，应用于所有全定制 IP。该专利涉及半导体器件的制造技术，涉及多介电层的建立。为了提高性能，通过增加载流子迁移来提高沟道区（其位于源极和漏极之间）的导电性，同时缩小临界尺寸并处理一些材料可能引起的增加寄生电容的可能性。该专利可以改善制造工艺，提高处理器的成品率，从而降低成本，同时也能提升产品的性能。	海光 CPU、DCU 系列产品	2,301.00
	US8202777	美国	具有逐步成形的结构的、使用嵌入式应变-又到材料的晶体管			
	ZL200980157544.6	中国	具有逐渐成形构造的嵌入应变引发材料的晶体管			
	DE102008063427B4	德国	具有逐步成形的结构的、使用嵌入式应变-又到材料的晶体管			
	101537079	韩国	具有逐步成形的结构的、使用嵌入式应变-又到材料的晶体管			
合计						4,738.00

资料来源：海光信息问询回复 1，华安证券研究所

AMD 对海光集成出资 12 项专利作价 8,785.7143 万美元作为 AMD 对海光集成的出资。AMD 用于出资的上述 19 项专利权的转让手续已全部办理完成，该等专利权均已登记在公司子公司名下。

图表 23 AMD 对海光集成的技术转让和作价

专利家族	专利号/公告号	申请国家	专利名称	应用模块及功能实现描述	应用产品情况	评估价值 (万美元)
100196	US8451064	美国	具有可调振荡器增益的压控振荡器模块和相关的操作方法	涉及电路设计与实现, 应用于处理器 PLL 模块, 扩展处理器核心、SoC 高频时钟振荡频率范围。该专利涉及使处理器拥有更稳定、更准确的时钟, 减少因为相关制造工艺对时钟信号准确性的影响, 提高处理器的质量, 改善产品的性能, 并且能提高装置随着时间推移的可靠性。	海光 CPU、DCU 系列产品	3,385.00
100435	US8570090 (DIV)	美国	电子元件保护电源钳位电路	涉及电路设计与实现, 应用于处理器 ESD 器件, 提高 ESD 等级, 减少电源抖动误触发。该专利涉及设计减少或消除由 ESD 造成的危害的钳位电路。使处理器能够较好地处理 ESD, 保护处理器尽量不受静电的影响, 避免由 ESD 导致的故障, 减少处理器因静电而产生损耗, 以提高处理器质量, 以及改进处理器的现场可靠性。	海光 CPU、DCU 系列产品	1,625.00
	US8390360	美国	电子元件保护电源钳位电路			
NY0273	5795260	日本	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法	涉及电路设计与实现, 应用于所有全定制 IP。该专利提供一种制造半导体器件结构的方法, 其中在产生的半导体器件结构中减小了宽度效应。该方法涉及提供具有半导体材料的衬底, 用基本上抑制高 k 材料在上面形成的衬垫材料衬垫该隔离沟槽。然后用绝缘材料填充被衬垫的沟槽。然后, 在该绝缘材料的至少一部分上方和该半导体材料的至少一部分上方形成高 k 栅材料层。该衬垫材料分开高 k 栅材料层, 防止氧在该半导体材料的有源区域上方的迁移。减少高介质门电路沟道宽度效应的结构, 提供减小高介质门电路沟道宽度效应的实现方法。	海光 CPU、DCU 系列产品	1,489.00
	US8217472	美国	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法			
	US7998832B2	美国	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法			
	JP5619003B2	日本	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法			
	KR2012003033A	韩国	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法			
	CN102132397A	中国	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法			
	EP2324496A1	欧洲	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法			
	US8716828B2	美国	具有隔离沟槽衬里的半导体器件及相关制造方法			
P0068	US8677049	美国	区域预取器及其方法	涉及高速缓存设计, 应用于处理器高速缓存模块, 提高预取命中率。该专利可以改善处理器预取数据的准确性, 更快地获得需要的数据, 从而提升处理器的性能, 改善执行不同种类任务的性能。	海光 CPU、DCU 系列产品	2,301.00
合计						8,800.00

资料来源: 海光信息问询回复 1, 华安证券研究所

AMD 出资的 19 项专利, 涉及高端处理器设计的基础性技术, 按照技术领域的不同, 可以分成高性能低功耗电路结构、压控振荡器、电源保护和预取器四类。

图表 24 AMD 出资专利在子公司产品中的具体应用

四类专利技术	
公司利用高性能低功耗电路结构专利技术	设计了多款不同规格(大小、端口数、目标频率等)的寄存器堆和存储阵列,在保证电路可靠性的前提下缩小了电路尺寸。前述定制电路已经应用到海光处理器中,提高了处理器核心工作频率,减少了处理器核心的面积。
公司利用压控振荡器专利技术	设计了多种高频时钟锁相器,其噪声低,抖动少。前述时钟信号源支持处理器核心根据工作负载情况快速改变时钟频率,为处理器 SoC 串行总线控制器提高 10GHz 以上的高精度时钟。开发了 10 管脚静电保护电路,利用钳位电路提高了静电功耗的耗散速度,减少了噪声对电路正常工作状态的影响。钳位电路利用电源反馈回路进一步缩小了电路面积。海光处理器都是 10 限制(10 管脚数量和布局决定芯片尺寸)的复杂 SoC 处理器,面积更小的 10 管脚静电防护技术价值更大。
公司利用电源保护专利技术	
公司利用预取器专利技术	设计了指令数据预取模块,充分利用高速缓存缺失统计数据来提升数据预取的准确性,提高了海光处理器核心取指操作的效率。

资料来源:海光信息问询回复 1,华安证券研究所

公司主要控股公司成都海光微电子有限公司 2023 年实现营业收入 22.713 亿元,同比 2022 年的 20.9722 亿元小幅增长 8.3%。成都海光集成电路设计有限公司实现营业收入 55.545 亿元,同比 2022 年 43.9355 亿元增长 26.4%。

图表 25 海光信息重要控股公司 2023 年业绩情况 (亿元)

子公司名称	2023 年度发生额				2022 年度发生额			
	营业收入	净利润	综合收益总额	经营活动现金流量	营业收入	净利润	综合收益总额	经营活动现金流量
成都海光微电子有限公司	22.713	0.0773	0.0773	11.5691	20.9723	0.1963	0.1963	0.4521
成都海光集成电路设计有限公司	55.545	13.9582	13.9582	15.1520	43.9356	7.4576	7.4576	1.0525

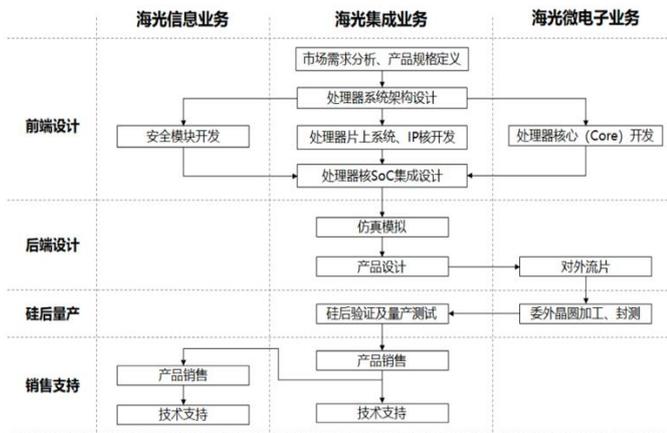
资料来源:海光信息 2023 年年报,华安证券研究所

根据许可协议,合资产品研发阶段,海光集成负责分析市场需求、定义产品规格,海光微电子负责处理器核的开发;设计阶段,海光集成主要负责测试及物理设计;生产阶段,海光微电子负责流片,外协生产、封装及测试;销售阶段,海光集成负责对外销售合资产品并提供相应的技术支持。

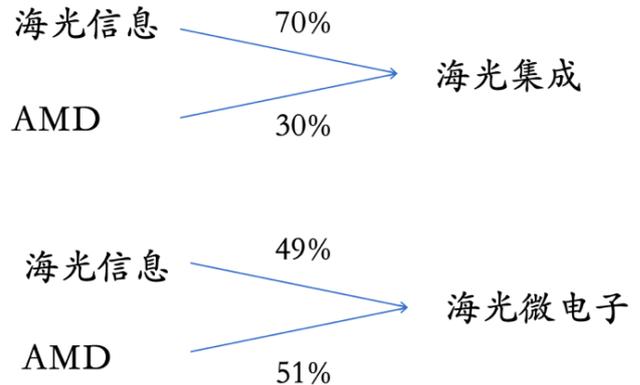
根据 Intel 和 AMD 关于 x86 相关知识产权交叉授权协议,各方持股 50.00% 以上的附属公司可以合法地使用交叉授权范围内的知识产权。AMD 向海光微电子(公司持股 49%,AMD 持股 51%)授权 x86 处理器核相关技术,该部分技术未涉及 Intel 和 AMD 之间的交叉授权,但为了避免潜在纠纷,由海光微电子受让和使用 x86 处理器核相关技术,负责海光处理器核相关技术的开发。

AMD 向海光集成(公司持股 70%,AMD 持股 30%)授权 x86 处理器外围相关技术并由海光集成负责海光处理器外围相关技术的开发,该部分技术不会涉及到 Intel 和 AMD 交叉授权协议。海光集成股权结构系双方基于合理商业诉求并经协商后的安排。

图表 26 海光信息合资产品的具体研发、设计、生产、销售过程在海光微电子、海光集成之间的主要分工情况



图表 27 海光信息与 AMD 共同出资成立海光集成与海光微电子子公司



资料来源：海光信息问询函回复 1，华安证券研究所

资料来源：海光信息 2023 年年报，华安证券研究所

3.2 海光 CPU 和 DCU 产品基于 X86 架构和类 CUDA 生态，具备较好的兼容性

指令集是计算机软硬件系统的重要接口，但其对外体现出来的是一套“规则”，真正支撑指令集系统繁荣发展的是兼容该类指令集的计算机产业生态。根据 IDC 数据，2020 年中国服务器市场出货量为 353.4 万台，其中 x86 服务器出货量为 343.9 万台，占比 97.3%；非 x86 服务器出货量仅为 9.5 万台，占比 2.7%。

x86 指令集具有业界最好的产业生态支持，现有运行中以及开发中的绝大部分服务器、硬件设备、软件系统均基于或兼容 x86 指令集。公司通过与 AMD 合作，获得了 x86 处理器设计核心技术，使得公司得以成功跨越 x86 处理器核心技术屏障，进入到 x86 处理器设计领域，研制出符合中国用户使用需求、兼具“生态、性能、安全”三大特点的国产 x86 架构处理器产品。研发自主指令集虽然可以大幅度提升技术上的自主可控比例，但同时会带来现有产业生态环境难以支持、用户应用迁移成本代价高、应用体验不佳等诸多问题。现阶段公司未选择该技术路线。

图表 28 指令集情况

项目	复杂指令集 (CISC)		精简指令集 (RISC)	
	x86	ARM	MIPS	Alpha
主要架构	x86	ARM	MIPS	Alpha
架构特征	1、指令系统庞大，功能复杂，寻址方式多，且长度可变，有多种格式 2、各种指令均可访问内存数据 3、一部分指令需多个机器周期完成 4、复杂指令采用微程序实现 5、系统兼容能力较强	1、指令长度固定，易于译码执行 2、大部分指令可以条件式地执行，降低在分支时产生的开销，弥补分支预测器的不足 3、算数指令只会在要求时更改条件编码	1、采用 32 位寄存器 2、大多数指令在一个周期内执行 3、所有指令都是 32 位，且采用定长编码的指令集和流水线模式执行指令 4、具有高性能高速缓存能力，且内存管理方案相对灵活	1、采用 32 位定长指令集，使用低字节寄存器占用低内存地址线 2、分支指令无延迟槽，使用无条件分支码寄存器
架构优势	x86 架构兼容性强，配套软件及开发工具相对成熟，且 x86 架构功能强大，高效使用主存储器，因此在处理复杂指令和商业计算的运用方面有较大优势	ARM 结构具有低功耗、小体积的特点，聚焦移动端市场，在消费类电子产品中具有优势	MIPS 结构设计简单、功耗较低，在嵌入式应用场景具有优势	Alpha 结构简单，易于实现超标量和高主频计算
主要应用领域或使用场景	服务器、工作站和个人计算机等	智能手机、平板电脑、工业控制、网络应用、消费类电子产品等	桌面终端、工业、汽车、消费电子系统和无线电通信等专用设备	嵌入式设备、服务器等

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

海光 CPU 兼容 x86 指令集，处理器性能参数与国际同类型主流处理器产品相当，支持国内外主流操作系统、数据库、虚拟化平台或云计算平台，能够有效兼容目前存在的数百万款基于 x86 指令集的系统软件和应用软件，具有优异的生态系统优势。

海光 DCU 兼容“类 CUDA”环境，软硬件生态丰富，典型应用场景下性能指标达到国际上同类型高端产品的水平。海光 DCU 主要面向大数据处理、商业计算等计算密集型应用领域，以及人工智能、泛人工智能类运算加速领域。

图表 29 海光信息公司核心产品和指令集架构

产品类型	处理器种类	指令集	主要产品	产品特征	典型应用场景
海光 CPU	通用处理器	兼容 x86 指令集	海光 3000 系列	内置多个处理器核心，集成通用的高性能外设接口，拥有完善的软硬件生态环境和完备的系统安全机制，适用于数据计算和事务处理等通用型应用	云计算、物联网、信息服务等
			海光 5000 系列		
			海光 7000 系列		
海光 DCU	协处理器	兼容“类 CUDA”环境	海光 8000 系列	内置大量运算核心，具有较强的并行计算能力和较高的能效比，适用于向量计算和矩阵计算等计算密集型应用	大数据处理、人工智能、商业计算等

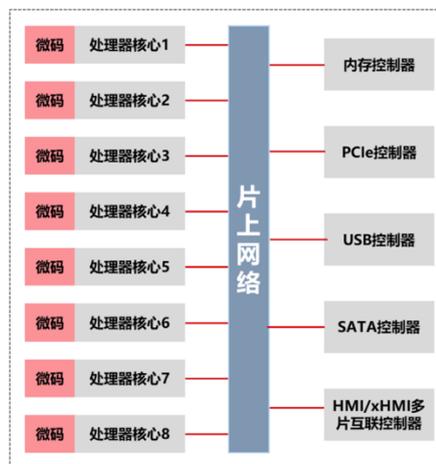
资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

3.3 海光 CPU 具备安全可信、通用兼容和高性能多重优势

海光 CPU 主要面向复杂逻辑计算、多任务调度等通用处理器应用场景需求，兼容国际主流 x86 处理器架构和技术路线，具有先进的工艺制程、优异的系统架构、丰富的软硬件生态等优势。此外，海光 CPU 支持国密算法，扩充了安全算法指令，集成了安全算法专用加速电路，支持可信计算，大幅度地提升了高端处理器的安全性，可以在数据处理过程中为用户提供更高效的安全保障。

海光 CPU 根据不同的产品规格定义，需要在一块基板上封装 1 至 4 颗裸片。裸片的内部结构非常复杂，主要功能模块包括处理器核心(Core)、片上网络、各类接口控制器等;除硬件电路外，裸片中还集成了复杂的程序代码(“微码系统”)。

图表 30 海光信息



资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

从海光 CPU 应用场景角度看，公司将海光 CPU 产品规划为海光 7000 系列、海光

5000 系列和海光 3000 系列。三个系列产品技术设计同源，处理器核心等具有相似的技术特征。

图表 31 海光信息 CPU 产品和应用场景

系列产品	处理器核心数量	支持内存通道数量	主要应用领域
海光 7000 系列产品	最多集成 32 个处理器核心	最大支持 8 个内存通道和 128 个 PCIe 接口	主要应用于高端服务器，主要面向数据中心、云计算等复杂应用领域。
海光 5000 系列产品	最多集成 16 个处理器核心	最大支持 4 个内存通道和 64 个 PCIe 接口	主要面向政务、企业和教育领域的信息化建设中的中低端服务器需求，并发处理能力和单核心处理器性能较为均衡。
海光 3000 系列产品	最多集成 8 个处理器核心	最大支持 2 个内存通道和 32 个 PCIe 接口	主要应用于工作站和边缘计算服务器，面向入门级计算领域。

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

图表 32 海光信息 CPU 产品

	海光 7200	海光 5200	海光 3200
典型功耗	175-225W	90-135W	45-105W
典型计算能力	SPECrate2017_int_base: 348 SPECrate2017_fp_base: 308	SPECrate2017_int_base: 158 SPECrate2017_fp_base: 148	SPECrate2017_int_base: 40.7 SPECrate2017_fp_base: 36.3
计算	①16、24 或 32 个物理核心 (32、48 或 64 个线程) ②每核心支持 512KBL2Cache ③32MB 或 64MBL3Cache	①8 或 16 个物理核心 (16 或 32 个线程) ②每核心支持 512KBL2Cache ③16MB 或 32MBL3Cache	①4 或 8 个物理核心 (8 或 16 个线程) ②每核心支持 512KBL2Cache ③8MB 或 16MBL3Cache
内存	①8 个 DDR4 内存通道，带 ECC，最高支持 2666MHz ②支持 UDIMM，RDIMM，LRDIMM，NVDIMM，3DS ③每个通道支持 2 个内存条，最大每颗处理器支持 2TB 内存容量	①4 个 DDR4 内存通道，带 ECC，最高支持 2666MHz ②支持 UDIMM，RDIMM，LRDIMM，NVDIMM，3DS ③每个通道支持 2 个内存条，最大每颗处理器支持 1TB 内存容量	①2 个 DDR4 内存通道，带 ECC，最高支持 2666MHz ②支持 UDIMM，RDIMM，LRDIMM，NVDIMM，3DS ③每个通道支持 2 个内存条，最大每颗处理器支持 512GB 内存容量
I/O	①128LanePCIeGen3 -用作 PCIe、SATA 或 CPU 一致性互连 -最高支持 32 个 SATA 或者 NVMe 设备 ②集成 USB，UART，SPI，LPC，I2C 等	①64lanePCIeGen3 -用作 PCIe、SATA 或 CPU 一致性互连 -最高支持 16 个 SATA 或者 NVMe 设备 ②集成 USB，UART，SPI，LPC，I2C 等	①32lanePCIeGen3 -用作 PCIe、SATA 或 CPU 一致性互连 -最高支持 8 个 SATA 或者 NVMe 设备 ②集成 USB，UART，SPI，LPC，I2C 等
安全性	①采用自主根密钥、国密算法等安全技术 ②集成专用的安全处理器 ③支持硬件机制的安全启动 ④集成了安全算法专用加速电路 ⑤支持可信计算	①采用自主根密钥、国密算法等安全技术 ②集成专用的安全处理器 ③支持硬件机制的安全启动 ④集成了安全算法专用加速电路 ⑤支持可信计算	①采用自主根密钥、国密算法等安全技术 ②集成专用的安全处理器 ③支持硬件机制的安全启动 ④集成了安全算法专用加速电路 ⑤支持可信计算

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

海光 CPU 主要应用于服务器和 workstation。使用海光 CPU 的服务器主要应用与电信运营商、金融、互联网等领域，例如，电信运营商云服务资源池系统支撑云业务应用，银行和证券公司查询、交易系统，互联网的搜索、计算服务、存储等应用；使用海光 CPU 的工作站主要应用场景为工业设计和应用、图形图像处理，例如 VR、AR 图形渲染场景，以及智能工厂数字孪生应用等。海光 CPU 在国产处理器中具有非常广泛的通用性和产业生态，已经大规模应用于电信、金融、互联网、教育、交通等多个行业或领域。

图表 33 海光信息 CPU 在服务器和 workstation 中的应用领域及相关形态

海光 CPU 在服务器中的使用情况



海光 CPU 的服务器：主要应用与电信运营商、金融、互联网等领域，例如，电信运营商云服务资源池系统支撑云业务应用，银行和证券公司查询、交易系统，互联网的搜索、计算服务、存储等应用

海光 CPU 在工作站中的使用情况



海光 CPU 的工作站：主要应用场景为工业设计和应用、图形图像处理，例如 VR、AR 图形渲染场景，以及智能工厂数字孪生应用等。

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所绘制

3.4 海光 DCU 性能比肩国际一流，拥有模拟、训练、推理所需混合多元算力

海光 DCU 属于 GPGPU 的一种。CUDA 是一种由 NVIDIA 推出的通用并行计算架构，包含了应用于 NVIDIA GPU 的指令集 (ISA) 以及 GPU 内部并行计算引擎。海光 DCU 协处理器全面兼容 ROCm GPU 计算生态，由于 ROCm 和 CUDA 在生态、编程环境等方面具有高度的相似性，CUDA 用户可以以较低代价快速迁移至 ROCm 平台，因此 ROCm 也被称为“类 CUDA”。因此，海光 DCU 协处理器能够较好地适配、适应国际主流商业计算软件和人工智能软件，软硬件生态丰富，可广泛应用于大数据处理、人工智能、商业计算等计算密集类应用领域，主要部署在服务器集群或数据中心，为应用程序提供高性能、高能效比的算力，支撑高复杂度和高吞吐量的数据处理任务。

GPU 最初的设计目标是为了提升计算机对图形、图像、视频等数据的处理性能，解决 CPU 在图形图像领域处理效率低的难题。随着 GPU 在并行计算方面性能优势的逐步显现以及并行计算应用范围的逐步拓展，GPU 逐渐分化成两条分支，一条是传统意义的 GPU，延续专门用于图形图像处理用途，内置了视频编解码加速引擎、2D 加速引擎、3D 加速引擎、图像渲染等专用运算模块；另一分支是 GPGPU，作为运算协处理器，并针对不同应用领域的需求，增加了专用向量、张量、矩阵运算指令，提升了浮点运算的精度和性能，以满足不同计算场景的需要。

图表 34 海光信息 DCU 产品基本组成架构

计算特征	具体优势
高效的并行性	通过 GPU 多条流水线的并行计算来实现。在目前主流的 GPGPU 中，多条流水线可以在单一控制部件的集中控制下运行，也可以独立运行。相对于并行机而言，GPGPU 能够在较低硬件成本的基础上，为适用于 GPGPU 并行架构的应用提供一个良好的并行解决方案
高密度的运算	GPGPU 通常集成高速的 GDDR 或 HBM 内存系统，能够提供每秒 TB 级别的访存带宽，在数据密集型运算应用方面具有很好的性能
超长流水线	GPGPU 超长流水线的设计以吞吐量的最大化为目标，在对大规模的数据流并行处理方面具有明显的优势

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

海光 DCU 的构成与 CPU 类似，其结构逻辑相对 CPU 简单，但计算单元数量较多。海光 DCU 的主要功能模块包括计算单元(CU)、片上网络、高速缓存、各类接口控制器等

图表 35 海光信息 DCU 产品基本组成架构



资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

图表 36 海光信息 DCU 产品的代表性参数

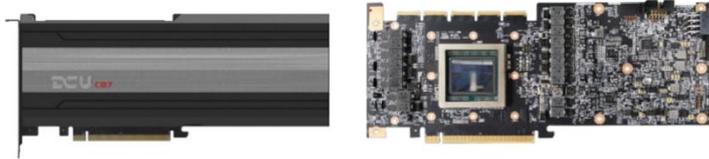
海光 8100	
典型功耗	260-350W
典型运算类型	双精度、单精度、半精度浮点数据和各种常见整型数据
计算	①60-64 个计算单元（最多 4096 个计算核心） ②支持 FP64、FP32、FP16、INT8、INT4
内存	①4 个 HBM2 内存通道②最高内存带宽为 1TB/s③最大内存容量为 32GB
I/O	① 16LanePCIeGen4②DCU 芯片之间高速互连

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所

海光 8100 能够充分挖掘应用的并行性，发挥其大规模并行计算的能力，快速开发高能效的应用程序。海光 8100 采用先进的 FinFET 工艺，典型应用场景下性能指标可以达到国际同类型高端产品的同期水平。

图表 37 海光信息 DCU 产品形态

海光 DCU 产品形态



海光 8100 能够充分挖掘应用的并行性，发挥其大规模并行计算的能力，快速开发 高能效的应用程序。海光 8100 采用先进的 FinFET 工艺，典型应用场景下性能指标可以达到国际同类型高端产品的同期水平。

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所绘制

随着 GPGPU 的技术发展和相关生态环境的逐步完善，其用途被进一步发掘。目前，GPGPU 已经广泛用于商业计算和大数据处理，如天气预报、工业设计、基因工程、药物发现、金融工程等。在人工智能领域，使用 GPGPU 在云端运行模型训练算法，可以显著缩短海量训练数据的训练时长，减少能源消耗，从而进一步降低人工智能的应用成本。与此同时，GPGPU 能够提供完善的软件生态系统，便于各种已有应用程序的移植和新算法的开发，因此全球人工智能相关处理器解决方案仍然是以 GPGPU 为主。因此，GPGPU 是人工智能领域最主要的协处理器解决方案，占据人工智能 90% 以上的市场份额，在智能工厂、无人驾驶、智慧城市等领域具有广泛的市场空间。

图表 38 GPGPU 主要应用的领域

GPGPU 主要应用于以下领域：

类型	应用领域	运算类型	技术特点
商业计算和大数据处理	1、CAE 仿真 2、物理化学 3、石油勘探 4、生命科学 5、气象环境	1、双精度浮点 2、单精度浮点 3、32 位整型	1、对芯片计算能力及运算精度要求高 2、科学运算指令集丰富 3、片上集成缓存容量大 4、内存带宽需求高 5、I/O 带宽高 6、支持多片一致性互连 7、可靠性高，RAS 功能丰富
人工智能	1、模型训练 2、应用推理	1、混合精度浮点 2、半精度浮点 3、16 位整型 4、8 位整型	1、对计算性能要求高，精度需求相对低 2、能效比要求高 3、运算指令集丰富 4、内存带宽要求大 5、I/O 带宽高 6、支持多片互连 7、可靠性高、RAS 功能丰富 8、开放的生态环境

资料来源：海光信息注册稿，华安证券研究所绘制

4 盈利预测与投资建议

4.1 盈利预测

预计 2024-2026 年公司营业收入为 86.94 亿元、118.06 亿元、151.28 亿元。同比增长 44.6%、35.8%、28.1%，毛利率分别为 54.6%、54.8%、55.1%。

CPU 方面：公司产品线主要分为 3000 系列、5000 系列、7000 系列，分别对应个人工作站和工控设备等终端领域、通用服务器、高端通用服务器和先进计算系统。预计 3000 系列产品 2024E、2025E 和 2026E 年分别为 3.85 亿、4.65 亿、6.11 亿；5000 系列产品 2024E、2025E、2026E 年分别为 3.86 亿、4.71 亿、6.05 亿；7000 系列产品 2024E、2025E、2026E 年分别为 48.07 亿、53.10 亿、58.65 亿元。

DCU 方面：公司产品线主要是 8000 系列，主要应用于先进计算系列合人工智能领域，核心规格为 60-64 个深度计算单元。预计对应 2024E、2025E、2025E 年分别为 31.16 亿、55.6 亿、80.48 亿元。

4.2 投资建议及估值

我们预计公司 2024-2026 年的营业收入分别为 86.94 亿元、118.06 亿元、151.28 亿元。归母净利润分别为 17.24 亿/23.32 亿/31.50 亿元，每股 EPS 为 0.74 元/1.00 元/1.36 元。对应 PE 分别为 104/77/57 倍。因海光信息在 X86 生态方面处于国内领先地位，同时在国内国产 CPU 招标中份额较高，具备行业稀缺性，首次覆盖给予“买入”评级。

风险提示：

技术迭代不及预期、AI 和超算需求不及预期、相关产品代工产能受限、通用计算服务器采购规模下降。

财务报表与盈利预测

会计年度	2023A	2024E	2025E	2026E
流动资产	15432	17175	20066	23992
现金	10321	11194	12005	13735
应收账款	1491	1932	2624	3362
其他应收款	17	24	33	42
预付账款	2388	1501	2028	2579
存货	1074	1775	2381	3016
其他流动资产	140	750	996	1258
非流动资产	7470	7661	7720	7719
长期投资	0	50	100	150
固定资产	347	356	349	283
无形资产	4443	4443	4443	4443
其他非流动资产	2680	2811	2827	2843
资产总计	22903	24836	27786	31711
流动负债	1395	2083	2773	3412
短期借款	350	300	250	200
应付账款	322	549	741	943
其他流动负债	723	1235	1782	2269
非流动负债	1188	1085	990	1095
长期借款	859	759	659	759
其他非流动负债	329	326	331	336
负债合计	2582	3168	3763	4507
少数股东权益	1615	1632	1656	1688
股本	2324	2324	2324	2324
资本公积	14351	14413	14413	14413
留存收益	2030	3298	5629	8779
归属母公司股东权	18705	20035	22367	25517
负债和股东权益	22903	24836	27786	31711

会计年度	2023A	2024E	2025E	2026E
经营活动现金流	814	2612	2027	2713
净利润	1701	1741	2355	3182
折旧摊销	755	921	936	947
财务费用	9	24	21	21
投资损失	0	43	59	76
营运资金变动	-1674	-135	-1365	-1533
其他经营现金流	3397	1893	3740	4735
投资活动现金流	-1800	-1147	-1050	-1017
资本支出	-918	-1035	-940	-890
长期投资	-20	0	0	0
其他投资现金流	-862	-112	-110	-127
筹资活动现金流	0	-592	-166	34
短期借款	150	-50	-50	-50
长期借款	379	-100	-100	100
普通股增加	0	0	0	0
资本公积增加	512	62	0	0
其他筹资现金流	-1041	-505	-16	-16
现金净增加额	-986	872	811	1730

资料来源:公司公告, 华安证券研究所

会计年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入	6012	8694	11806	15128
营业成本	2425	3950	5336	6787
营业税金及附加	64	87	118	151
销售费用	111	174	236	303
管理费用	134	191	260	333
财务费用	-267	-182	-203	-219
资产减值损失	-27	-25	-25	-26
公允价值变动收益	3	5	5	5
投资净收益	0	-43	-59	-76
营业利润	1680	1759	2379	3214
营业外收入	1	0	0	0
营业外支出	1	0	0	0
利润总额	1680	1759	2379	3214
所得税	-21	18	24	32
净利润	1701	1741	2355	3182
少数股东损益	438	17	24	32
归属母公司净利润	1263	1724	2332	3150
EBITDA	2165	2498	3113	3942
EPS (元)	0.54	0.74	1.00	1.36

主要财务比率

会计年度	2023A	2024E	2025E	2026E
成长能力				
营业收入	17.3%	44.6%	35.8%	28.1%
营业利润	47.9%	4.7%	35.3%	35.1%
归属于母公司净利	57.2%	36.4%	35.3%	35.1%
获利能力				
毛利率 (%)	59.7%	54.6%	54.8%	55.1%
净利率 (%)	21.0%	19.8%	19.7%	20.8%
ROE (%)	6.8%	8.6%	10.4%	12.3%
ROIC (%)	6.6%	6.8%	8.6%	10.5%
偿债能力				
资产负债率 (%)	11.3%	12.8%	13.5%	14.2%
净负债比率 (%)	12.7%	14.6%	15.7%	16.6%
流动比率	11.07	8.24	7.24	7.03
速动比率	8.51	6.62	5.60	5.35
营运能力				
总资产周转率	0.27	0.36	0.45	0.51
应收账款周转率	4.88	5.08	5.18	5.05
应付账款周转率	7.30	9.08	8.27	8.06
每股指标 (元)				
每股收益	0.54	0.74	1.00	1.36
每股经营现金流	0.35	1.12	0.87	1.17
每股净资产	8.05	8.62	9.62	10.98
估值比率				
P/E	131.44	103.63	76.60	56.70
P/B	8.82	8.91	7.99	7.00
EV/EBITDA	72.03	67.47	53.83	42.09

分析师与研究助理简介

陈耀波 (执业证书号: S0010523060001): 北京大学管理学硕士, 香港大学金融学硕士, 华中科技大学电信系学士。8年买方投研经验, 历任广发资管电子研究员, TMT组组长, 投资经理助理; 博时基金投资经理助理。行业研究框架和财务分析体系成熟, 擅长买方视角投资机遇分析对比, 全面负责团队电子行业研究工作。

李元晨 (执业证书号: S0010524070001): 墨尔本大学会计和金融学本科, 悉尼大学数据分析和金融学硕士。2022年加入华安证券研究所, 目前重点覆盖 MEMS 和传感器、AI 芯片、代工及封装测试等板块。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法, 使用合法合规的信息, 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, 本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证, 也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿, 分析结论不受任何第三方的授意或影响, 特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准, 已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国 (不包括香港、澳门、台湾) 提供。本报告中的信息均来源于合规渠道, 华安证券研究所力求准确、可靠, 但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下, 本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下, 本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利, 不与投资者分享投资收益, 也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。投资者务必注意, 其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安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, 未经华安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。如欲引用或转载本文内容, 务必联络华安证券研究所并获得许可, 并需注明出处为华安证券研究所, 且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权, 私自转载或者转发本报告, 所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内, 证券 (或行业指数) 相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准, A 股以沪深 300 指数为基准; 新三板市场以三板成指 (针对协议转让标的) 或三板做市指数 (针对做市转让标的) 为基准; 香港市场以恒生指数为基准; 美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下:

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 以上;
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差 -5% 至 5%;
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 以上;

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15% 以上;
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 至 15%;
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差 -5% 至 5%;
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 至;
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15% 以上;
- 无评级—因无法获取必要的资料, 或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件, 或者其他原因, 致使无法给出明确的投资评级。