



买入（首次）

所属行业：电子/半导体
当前价格(元)：93.82

证券分析师

陈海进

资格编号：S0120521120001

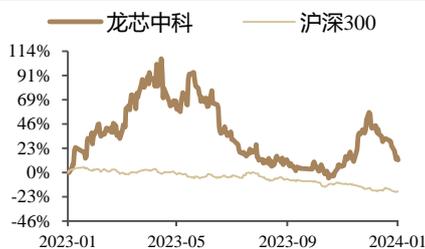
邮箱：chenhj3@tebon.com.cn

研究助理

陈瑜熙

邮箱：chenyx5@tebon.com.cn

市场表现



沪深300对比	1M	2M	3M
绝对涨幅(%)	-28.55	6.00	1.59
相对涨幅(%)	-24.59	14.43	12.05

资料来源：德邦研究所，聚源数据

相关研究

龙芯中科 (688047.SH)：吹响 CPU 指令集自主可控号角，奋楫前行，踏浪而歌

投资要点

- 二十余年自主研发，一朝亮剑天下知。**龙芯中科历史悠久，龙芯系列 CPU 于 2001 年在中科院计算所开始研发，公司于 2008 年 3 月设立，2010 年开始市场化运作，2020 年推出了自主指令系统 LoongArch（龙芯架构），2022 年向开放市场迈进。**公司主营业务包括** 1) 芯片产品：龙芯 1 号、2 号、3 号三大系列处理器芯片及桥片等配套芯片，主要应用于工控和信息化两大领域。2) 解决方案：基于开放的龙芯生态体系，为下游企业提供基于龙芯处理器的各类开发板及软硬件模块，并提供完善的技术支持与服务。**当前公司处于第二轮转型期，硬件、软件产品建设已形成阶段性重大进展。**23Q4 已推出性能比肩 Intel 酷睿十代的 3A6000 桌面 CPU，并即将突破对标 NVLink 的龙链技术和 GPGPU 技术；公司自研的 LoongArch 指令集已获得了国际权威机构专属指令集架构标识（编号为 258），生态建设初显成效，已成为与 X86、ARM 并列的开源软件世界顶层指令集架构。
- 信创市场触底复苏，开放市场静待花开。**公司的第一轮转型为 2013-2015 年，期间摆脱了对项目性收入的依赖，打开了政策性市场。2022 年由于以电子政务为代表的政策性市场停滞，导致公司信息化应用销售收入下降，综合诸多现状，公司决定开展 2022-2024 年的第二轮转型，努力摆脱对政策性市场的依赖，打开充分竞争的开放市场。**我们看好公司基于信创市场与开放市场需求共振，迎来快速增长期：**（1）随着 23Q4 政策性市场逐步好转的趋势出现，政策性市场空间仍然可观，公司招股书披露，全球 PC 出货量约每年 3 亿台，其中中国市场约每年 5 千万台，预计在关键信息基础设施领域计算机市场规模每年可达千万台；（2）俄罗斯市场已为龙芯打开新需求，23Q4 已有客户进展和操作系统适配，“一带一路”更多空间值得期待；（3）随着 23Q4 公司 3A6000 重磅产品推出，华硕电脑推出支持龙芯 3A6000 处理器的消费级主板——XC-LS3A6M，我们看好公司乘 AI PC 机遇，打入开放市场，拓展开放市场实力，公司目标到 25 年开放市场营收达 30%。
- “到中流击水”：第二轮转型期制定了点面结合、纵横结合的工作方针，新打法启航新征程。**公司在通用 CPU 芯片性价比的提高和软件生态的完善（“面”）的基础上，重点部署和形成了四个“点”的方向：包括面向五金电子应用的 MCU、面向打印机应用的 SoC、存储服务器和云终端系统解决方案等。选准软件生态壁垒不高的重点应用，通过解决方案（“纵”）带动芯片销售（“横”），发挥自主研发的优势，取得具有市场竞争力的性价比。目前，在打印机市场，公司依靠打印驱动技术破解困扰 Linux 桌面几十年的打印机驱动问题，通过不断自主创新已在打印机领域超过 X86 和 ARM 的桌面办公生态水平。在服务器市场，公司开始重点发力，23H1 解决方案业务中的服务器解决方案销量明显增加，收入超 1 亿元；23Q1-Q3 公司服务器产品主要是 5000 系列，未来公司计划推出 16 核 3C6000、32 核 3D6000 以及 64 核 3E6000，提高 CPU 核性能及访存带宽，有望进一步强化性价比优势及竞争力。
- 投资建议：**我们预计公司 2023-2025 年营业收入为 6.95/10.91/15.10 亿元，对应当前 PS 倍数为 54/34/25X。考虑到公司作为国内稀缺的自主指令集 CPU 设计公司，第二轮转型期依靠“点面结合、纵横结合”的方针逐步进入开放市场，有望打开第二成长空间，故可享受一定估值溢价，首次覆盖给予“买入”评级。
- 风险提示：**业绩大幅下滑或亏损的风险，市场竞争风险，宏观环境风险，知识产权纠纷的风险。

股票数据		主要财务数据及预测					
总股本(百万股):	401.00		2021	2022	2023E	2024E	2025E
流通 A 股(百万股):	278.41	营业收入(百万元)	1,201	739	695	1,091	1,510
52 周内股价区间(元):	79.46-173.73	(+/-)YOY(%)	11.0%	-38.5%	-5.9%	57.0%	38.3%
总市值(百万元):	37,621.82	净利润(百万元)	237	52	-150	34	189
总资产(百万元):	4,315.44	(+/-)YOY(%)	229.8%	-78.1%	-390.2%	122.5%	459.8%
每股净资产(元):	9.21	全面摊薄 EPS(元)	0.59	0.13	-0.37	0.08	0.47
资料来源: 公司公告		毛利率(%)	53.7%	47.1%	39.2%	40.5%	45.4%
		净资产收益率(%)	17.0%	1.3%	-4.0%	0.9%	4.8%

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. 龙芯中科：国内稀缺的自主指令集 CPU 设计公司.....7	7
1.1. 公司概况：二十余年积淀，打造国内领先的“龙芯”系列 CPU 生态7	7
1.2. 股权结构：董事长为公司实际控制人，国资平台为公司背书.....8	8
1.3. 财务分析：转型期公司业绩受到拖累，专注研发坚定长期布局.....10	10
2. 信创市场触底复苏，开放市场静待花开.....13	13
2.1. 信创市场：2027 年央国企目标 100%国产化.....13	13
2.2. 开放市场：AI 服务器驱动行业蓬勃发展，“一带一路”开启新篇章.....14	14
2.2.1. 服务器：AI 服务器市场驱动 CPU 需求蓬勃发展.....15	15
2.2.2. PC：库存去化带动周期复苏，AI PC 有望催化新需求.....15	15
2.2.3. 俄罗斯市场开启，“一带一路”广阔空间续写新篇章.....17	17
3. 第二轮转型期全力冲击开放市场，潜龙自有腾飞时.....18	18
3.1. 硬件：自主研发完成性能“补课”，桌面 CPU 比肩 Intel 第十代酷睿.....18	18
竞争力#1：CPU 核心技术，从自主可控优势逐步转化为性能优势.....21	21
竞争力#2：“三剑客”突破 SMT、龙链、GPGPU，沿 CPU 核心向外扩张.....24	24
3.2. 生态：将自主进行到底，致力于构建世界指令生态“三足鼎立”格局.....26	26
3.2.1. 先进性/扩展性：IP 与指令集开放授权，众木成林共建“LoongArch”生态..27	27
3.2.2. 兼容性：生态建设非朝夕之功，龙芯生态体系初具雏形.....27	27
3.3. 四“点”发力，面向开放市场细分领域各个击破.....32	32
3.3.1. 打印机市场：推动国产打印机良性发展生态.....32	32
3.3.2. 服务器市场：“纵横结合”成效显著.....35	35
4. 盈利预测与投资建议.....36	36
4.1. 盈利预测.....36	36
4.2. 投资建议.....37	37
5. 风险提示.....37	37

图表目录

图 1: 公司业务布局与成长曲线	7
图 2: 公司芯片产品发展历程	8
图 3: 公司芯片产品最新技术路线图 (2023 龙芯产品发布暨用户大会)	8
图 4: 公司股权架构图	9
图 5: 公司营业收入情况	10
图 6: 公司归母净利润、扣非归母净利润情况	10
图 7: 公司分业务收入情况 (单位: 亿元)	11
图 8: 公司分业务收入占比情况	11
图 9: 可比公司毛利率情况	11
图 10: 公司分业务毛利率情况	11
图 11: 公司费率情况	11
图 12: 公司研发费用情况	11
图 13: 公司研发人员人数	12
图 14: 公司研发人员学历结构	12
图 15: 存货与存货周转天数情况	12
图 16: 应收账款与应收账款周转天数情况	12
图 17: 23H1 存货账面余额结构情况 (单位: 亿元)	12
图 18: 23H1 存货跌价准备情况 (单位: 亿元)	12
图 19: 信创整体建设进展及未来拓展方向	13
图 20: 中国信创产业全景	13
图 21: 全球不同 CPU 架构服务器出货量 (左轴单位: 百万台)	15
图 22: 全球不同 CPU 架构服务器销售额 (单位: 亿美元)	15
图 23: 全球 AI/非 AI 服务器销售额 (单位: 亿美元)	15
图 24: 全球 CPU 市场规模及增速	16
图 25: 全球 PC 出货量及增速	16
图 26: 中国 PC 市场出货量及其增速 (单位: 万台, %)	16
图 27: 中国 PC 市场 (不含平板) 架构占比	16
图 28: 华硕基于龙芯 3A6000 的 XC-LS3A6M 主板	17
图 29: 龙芯中科两次重要转型期	18
图 30: 公司芯片产品的应用领域及其性能情况	19
图 31: 龙芯 CPU 单核性能提升	20
图 32: 龙芯 3A5000 性能数据	20

图 33: 龙芯 3A6000 性能与 Intel 酷睿十代四核处理器相当	21
图 34: 龙芯中科 CPU 的主要 IP 核均自主研发	22
图 35: 龙芯系列处理器 IP 核演进过程	22
图 36: 龙芯“Tock+Tick”路线提升 CPU 性能	23
图 37: Intel CPU 核升级路线	24
图 38: 龙芯第四代产品的 Tock“三剑客”	24
图 39: 龙芯 LG200 GPGPU 结构图	25
图 40: 国内具有代表性的信创体系	26
图 41: 主流国产 CPU 厂商技术路线	26
图 42: 龙芯自主指令系统 (LoongArch) ——龙架构	26
图 43: LoongArch 指令系统仍留有一半的指令编码空间	27
图 44: 龙芯系列 CPU 核心	27
图 45: 生态体系层次	28
图 46: 基于龙芯 3A6000 处理器的整机产品发布仪式	29
图 47: 共建打印机创“芯”版图合作签约仪式	29
图 48: 2022 年 LoongArch 生态重点成果	30
图 49: 关键技术领域的开源社区对 LoongArch 架构的支持	30
图 50: LoongArch 在国际开源软件生态中的“身份编号”	30
图 51: 国际开源软件社区中的 LoongArch 架构生态	31
图 52: 龙芯二进制翻译架构	32
图 53: 全球打印机季度出货量	32
图 54: 中国打印机年度出货量	32
图 55: 全球打印机市场结构 (按出货量)	33
图 56: 23Q3 中国打印机市场结构 (按出货量)	33
图 57: 龙芯打印机驱动	33
图 58: 龙芯办公外设利旧通用解决方案	33
图 59: 龙芯支持打印机利旧种类和数量	33
图 60: 龙芯 2P0500 部分机型	34
图 61: 龙芯服务器 CPU 发展路线图	35
表 1: 公司核心高管团队简历	9
表 2: CPU 在各类典型应用场景中的应用与对比	14
表 3: 苹果、Intel、AMD 旗舰 CPU 性能对比	23

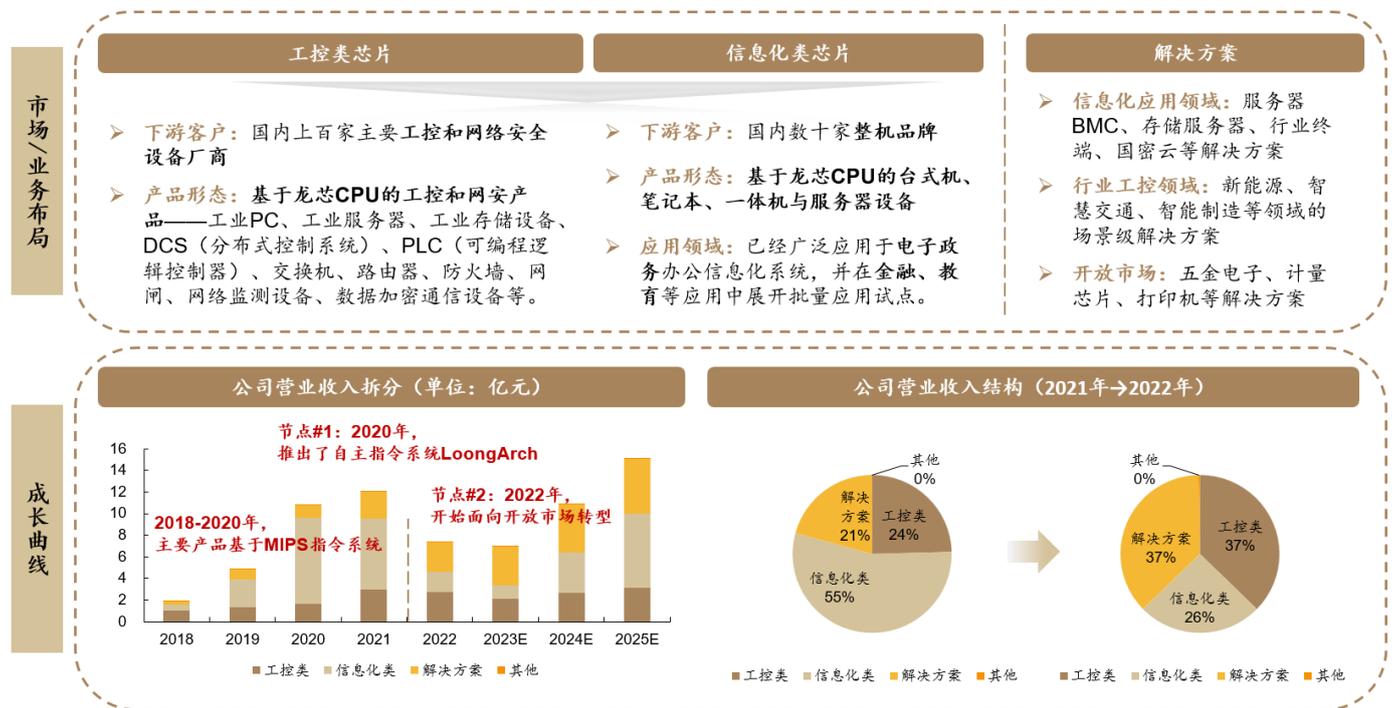
表 4: 主流算力芯片互连技术对比	25
表 5: 可比公司打印机主控 SoC 芯片性能	34
表 6: 龙芯中科营收及毛利率预测	36
表 7: 可比公司估值情况	37

1. 龙芯中科：国内稀缺的自主指令集 CPU 设计公司

1.1. 公司概况：二十余年积淀，打造国内领先的“龙芯”系列 CPU 生态

公司主营业务为处理器及配套芯片产品与基础软硬件解决方案业务。其中，1) **芯片产品**：包括龙芯 1 号、龙芯 2 号、龙芯 3 号三大系列处理器芯片及桥片等配套芯片，主要应用于工控和信息化两大领域。2022 年，工控类芯片和信息化类芯片分别占公司营收的 37% 和 26%。通过长期积累，公司已处于国内通用处理器行业的领先地位。2) **解决方案**：公司基于开放的龙芯生态体系，与板卡、整机厂商及基础软件、应用解决方案开发商建立紧密的合作关系，为下游企业提供基于龙芯处理器的各类开发板及软硬件模块，并提供完善的技术支持与服务。目前，公司已逐步建立 PC 和服务器主板 ODM 能力，与 CPU、操作系统形成“三位一体”能力。

图 1：公司业务布局与成长曲线

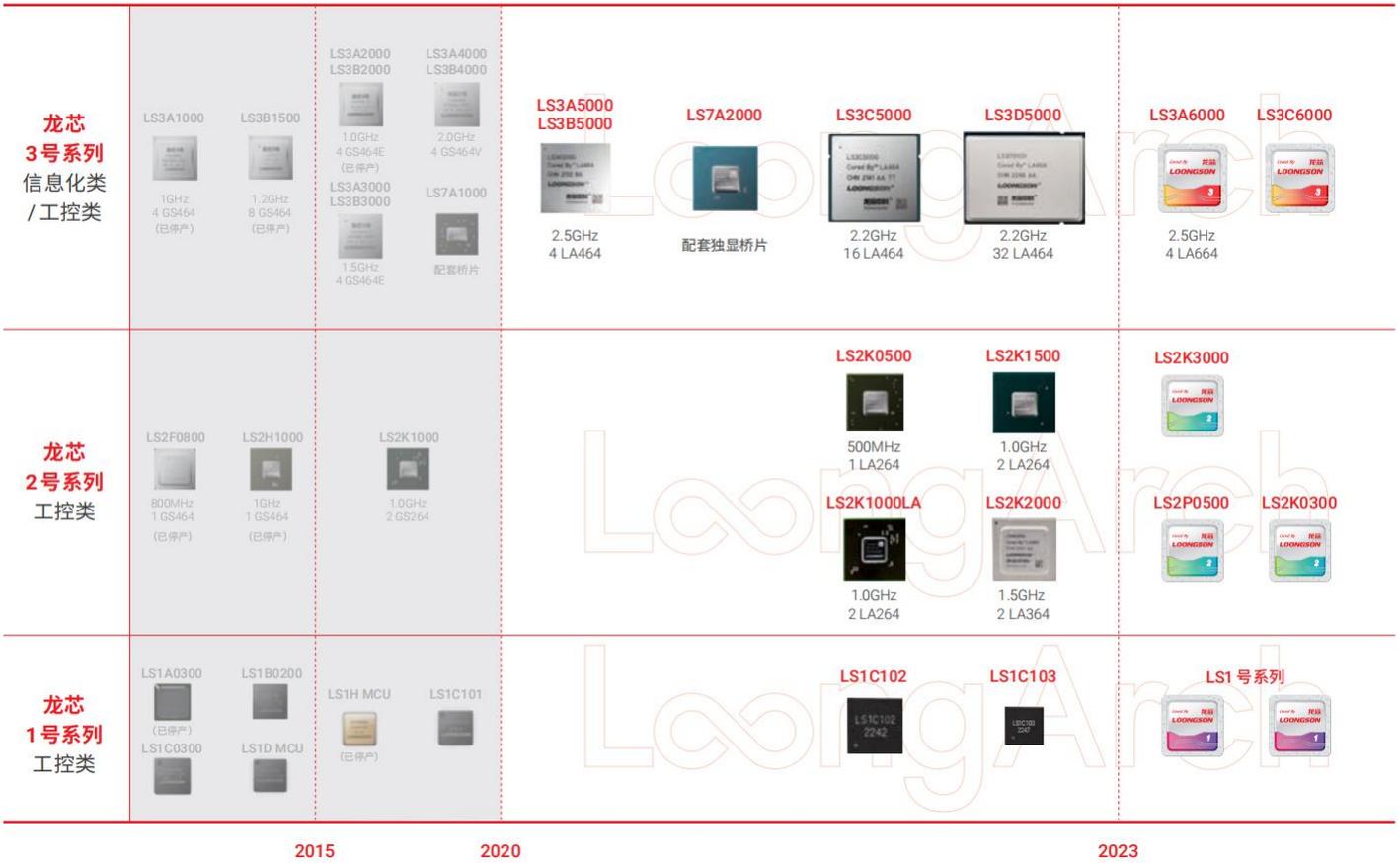


资料来源：公司招股书，公司公告，德邦研究所测算
注：业务布局情况更新至 2022 年报

来自中国科学院计算技术产业传承，技术沉淀结出累累硕果。作为我国最早研制的通用处理器系列之一，“龙芯”系列于 2001 年在中科院计算所开始研发，得到了中科院、国家自然科学基金、863、973、核高基等项目的大力支持。2008 年 3 月，公司设立，开始进行处理器产品产业化的前期探索。2010 年，龙芯中科开始市场化运作，着眼于研发符合客户需求和具有市场竞争力的处理器产品，将龙芯处理器研发成果进行产业化。在 2010-2020 年间，公司陆续推出多款芯片，“龙芯”系列 CPU 产品矩阵初具雏形。

二十余年厚积薄发，崭新突破开创未来。为解决中国信息产业“缺芯少魂”的问题，公司通过十余年的自主研发和市场化运作，在处理器研发、基础软件研发、生态体系建设等方面已具备充足的技术和经验积累的条件下，于 2020 年推出了自主指令系统 LoongArch（龙芯架构）。2020 年起，公司新研的 CPU 均支持 LoongArch 架构。2022 年是公司在系统掌握了单核通用处理器和操作系统的的核心技术的基础上，开展面向开放市场转型的起步之年。2022 年的研发、市场、生产、管理等工作强化了公司发展的“内因”，为公司更好满足政策性市场需求并走向开放市场打下坚实的基础。

图 2：公司芯片产品发展历程



资料来源：《龙芯生态白皮书（2022年）》（发布时间：2023年3月），德邦研究所

图 3：公司芯片产品最新技术路线图（2023 龙芯产品发布暨用户大会）

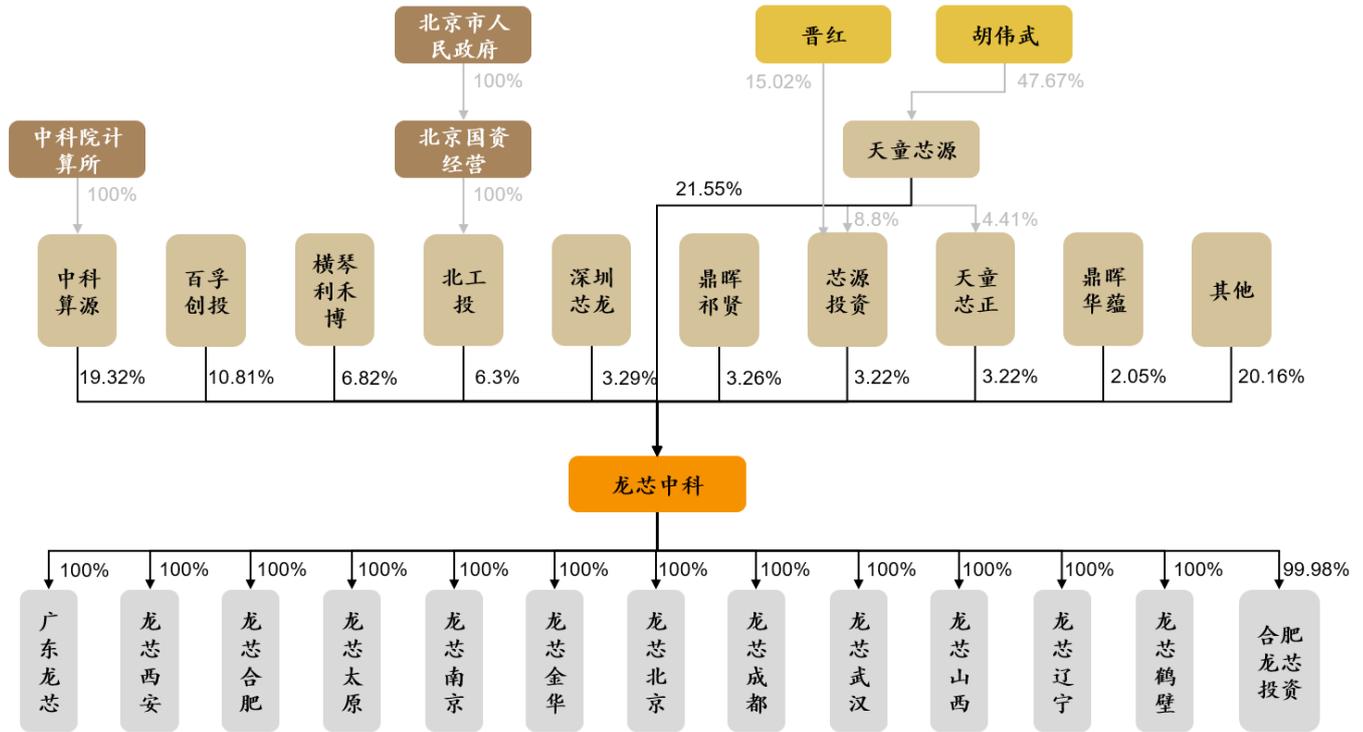


资料来源：公司 bilibili 官方账号，德邦研究所

1.2. 股权结构：董事长为公司实际控制人，国资平台为公司背书

胡伟武、晋红夫妇为龙芯中科共同实际控制人，均为公司核心管理层人员。胡伟武持有天童芯源 47.67% 的股权，为第一大股东，晋红持有芯源投资 15.02% 的合伙份额。胡伟武和晋红通过天童芯源及芯源投资、天童芯正、天童芯国合计控制公司 33.61% 的表决权，股权比例显著高于其他股东。同时，胡伟武 2019 年至今长期担任公司董事长和总经理，晋红长期担任公司投资总监。国资平台持股，合计持有公司 25.62% 的股份。中科院计算所全资子公司北京中科算源资产管理有限公司持有公司 19.32% 的股权，由北京市人民政府控制的北京工业发展投资管理有限公司持有公司 6.3% 的股权。

图 4：公司股权架构图



资料来源：公司公告，wind，德邦研究所

注：截至 2023Q3 财报；子公司部分仅列示公司对其持有股份超过（含）50% 的公司

表 1：公司核心高管团队简历

姓名	职务	学历	简历
胡伟武	董事长、总经理	博士	1968 年 11 月出生，中国国籍，无永久境外居留权。1996 年获中国科学院计算技术研究所计算机系统结构专业工学博士学位。1996 年 3 月至 2021 年 1 月，就职于中国科学院计算技术研究所。2009 年 8 月至 2019 年 11 月，任公司副董事长、总经理；2019 年 11 月至今，任公司董事长、总经理。2008 年当选第十一届全国人大代表，2012 年、2017 年和 2022 年分别当选党的十八大、十九大、二十大代表。
范宝峡	副总经理、董事	博士	1976 年 7 月出生，中国国籍，无永久境外居留权，高级工程师。2010 年获中科院计算所计算机系统结构专业工学博士学位。2001 年 7 月至 2011 年 7 月，在中国科学院计算技术研究所任职；2011 年 8 月至今，在公司任职。
高翔	副总经理、董事	博士	1982 年 4 月出生，中国国籍，无永久境外居留权，教授级高级工程师。2007 年获中国科学技术大学计算机系统结构专业博士学位。2007 年 7 月至 2010 年 2 月，在中国科学院计算技术研究所任职；2010 年 3 月至今，在公司任职。
张戈	副总经理、董事	博士	1983 年 2 月出生，中国国籍，无永久境外居留权，教授级高级工程师。2006 年获中科院计算所计算机系统结构专业工学博士学位。2006 年 7 月至 2010 年 2 月，在中国科学院计算技术研究所任职；2010 年 3 月至今，在公司任职。
杨旭	副总经理	硕士	1977 年 3 月出生，中国国籍，无永久境外居留权。2000 年获清华大学工学学士学位；2003 年获中国科学院微电子所工学硕士学位。2003 年 7 月至 2010 年 2 月，在中国科学院计算技术研究所任职；2010 年 3 月至今，在公司任职。
李晓钰	董事会秘书	硕士	1977 年 2 月出生，中国国籍，无永久境外居留权。2003 年获华中科技大学计算机系统结构专业工学硕士学位。2003 年 7 月至 2012 年 8 月，在中国科学院计算技术研究所任职；2012 年 9 月至今，在公司任职。
曹砚财	财务总监	硕士	1977 年 8 月出生，中国国籍，无永久境外居留权，注册会计师。2000 年获山东大学学士学位；2015 年获得清华大学经济管理学院工商管理硕士学位。2000 年 8 月至 2002 年 6 月，任青岛海尔财经管理有限公司商用空调本部总账会计；2002 年 10 月至 2012 年 3 月，任紫光股份有限公司财务部副部长、子公司财务总监；2012 年 4 月至 2015 年 10 月，任北京银信长远科技股份有限公司财务总监；2014 年 11 月至 2018 年 5 月，任北京喜鹊财富科技股份有限公司财务总监；2018 年 5 月至 2020 年 7 月，任碧有信控股有限公司财务总监；2020 年 7 月至 2020 年 11 月，任公司财务部经理；2020 年 11 月至今，任公司财务总监。

资料来源：公司公告，Wind，德邦研究所

1.3. 财务分析：转型期公司业绩受到拖累，专注研发坚定长期布局

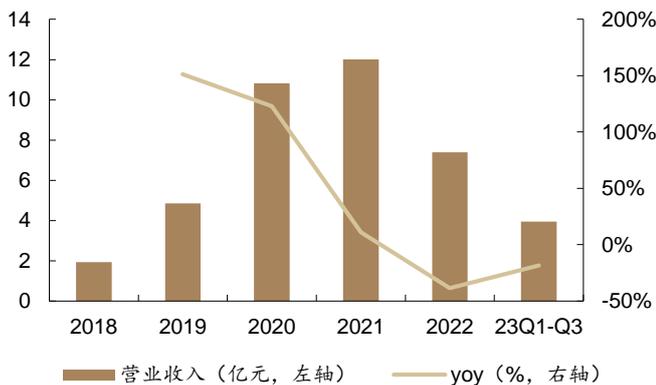
公司盈利能力从快速成长期逐步进入蛰伏期，开放市场有望为公司注入新的活力。公司营业收入主要包括三部分：工控类、信息化类、解决方案，各部分业绩表现及其变化原因如下：

(1) 工控类：主要应用于关键信息基础设施领域的控制和通讯系统。由于政策推动相关产业环境持续向好，以及公司推出的工控类芯片产品的拓展性、应用领域细分市场的丰富性增加，工控类芯片销售收入稳步增长。2022年，在外需不足、内需不振的背景下，中国工业自动化行业整体表现不佳；公司2022年工控类芯片实现营收2.8亿元，同比减少6.70%。23H1部分高质量等级产品所处的特定行业因该行业内部管理原因采购暂时性中止，导致工控类芯片业务实现营收1.1亿元，同比减少36.76%。

(2) 信息化类：主要应用于关键信息基础设施领域的桌面和服务器。公司陆续推出3A3000系列、3A4000系列芯片产品，性能成倍提升，2020年信息化类芯片销售同比大增211%。21H2信息化类芯片向3A5000系列切换，由于3A5000系列使用LoongArch指令系统，整机厂商和操作系统厂商需要时间磨合，形成规模增长预计需要一定时间，因此当年信息化类芯片销售收入略有下滑。2022年，由于电子政务市场停滞，公司信息化芯片业务实现收入1.9亿元，同比减少71.43%。23H1政策性市场新一轮采购尚未规模性启动，政策性市场需求减少，公司23H1信息化业务实现营收0.4亿元，同比减少54.91%。

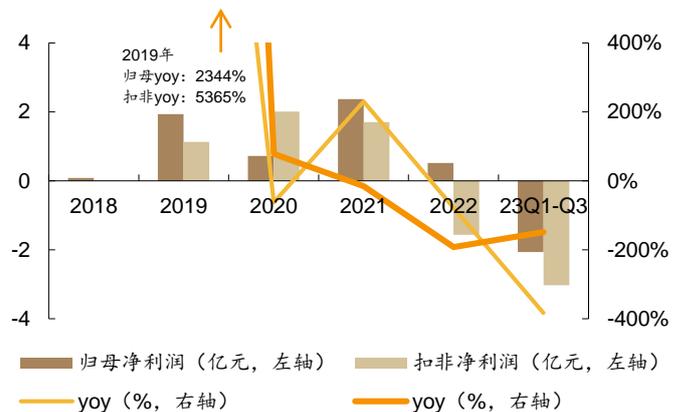
(3) 解决方案：主要为根据客户要求提供硬件模块产品和技术服务。该部分收入随着公司客户基础扩大、客户关系加深而不断增加，也受到客户具体需求、项目验收进度等因素影响。2019-2023H1，公司解决方案收入分别为0.9/1.2/2.5/2.7/1.6亿元，同比增长148.79%/27.71%/104.66%/10.14%/85.39%，持续保持增长态势。2022年以来，公司战略部署以解决方案带动芯片销售，借助性价比打开市场，基于此，公司解决方案业务收入大幅增加。23H1公司服务器解决方案销量明显增加，贡献收入超过1亿元。

图 5：公司营业收入情况



资料来源：公司公告，Wind，德邦研究所

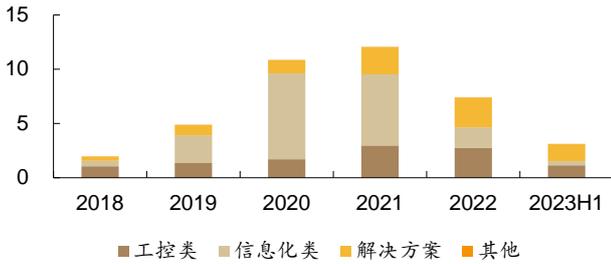
图 6：公司归母净利润、扣非归母净利润情况



资料来源：公司公告，Wind，德邦研究所

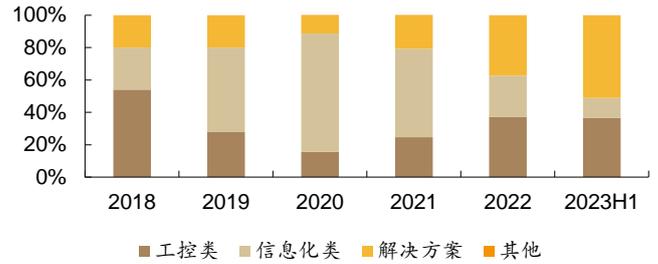
2022 到 2024 年是公司历史上的第二轮重要转型期，公司积极布局开放市场有望带动营收再上新台阶。公司的第一轮转型发生在 2013 到 2015 年，期间摆脱了对项目性收入的依赖，打开了政策性市场。2022 年由于以电子政务为代表的政策性市场停滞导致公司信息化应用销售收入下降，龙芯中科 2022 年的营收大幅下降。龙芯面临着在政策性市场内与引进 X86 和 ARM 技术的产品竞争加剧，在开放市场内产品的竞争力仍不够强的局面，促使公司开展 2022 到 2024 年的第二轮转型，努力摆脱对政策性市场的依赖，打开充分竞争的开放市场。

图 7: 公司分业务收入情况 (单位: 亿元)



资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

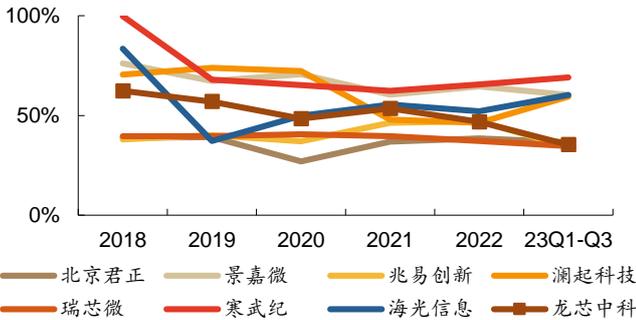
图 8: 公司分业务收入占比情况



资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

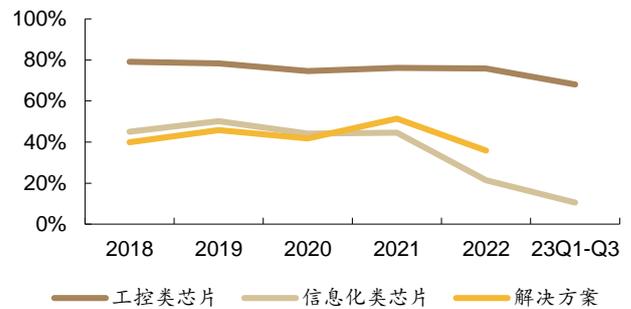
公司毛利率受产品结构拖累, 信息化业务毛利率阶段性承压。2018-2023 年前三季度, 公司销售毛利率分别为 62.65/57.29/48.73/53.75/47.09/35.79%, 总体呈现下降趋势。2022 年至今, 公司工控类芯片毛利率稳中有降, 23H1 部分高质量等级产品所处的特定行业因该行业内部管理原因采购暂时性中止, 导致毛利率有所下降; 信息化类芯片自 2022 年起因价格策略调整, 22 年/23H1 毛利率分别降至 21.40%/10.50%; 公司解决方案业务对产业链合作伙伴有所让利, 毛利率亦有下降。

图 9: 可比公司毛利率情况



资料来源: 各公司公告, Wind, 德邦研究所

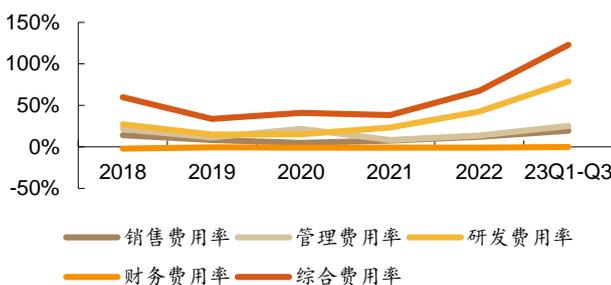
图 10: 公司分业务毛利率情况



资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

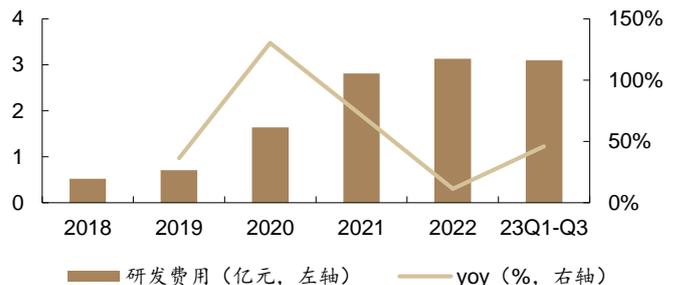
公司研发投入快速增长, 致力于提高自主可控度和性价比。2018-2023 年前三季度, 公司研发费用分别为 0.5/0.7/1.6/2.8/3.1/3.1 亿元, 同比增速为 36.44/130.16/71.29/11.45/46.08%。自 2019 年以来, 公司研发费用增长较快, 一方面, 公司加大了对研发人员的投入, 截至 23H1 公司研发人员数量已达到 620 人, 研发人员人均工资也有所增加; 另一方面, 公司注重产品的迭代更新, 包括 3A4000 到 3A5000 以及上市后的 3C5000、3D5000 等等 CPU 系列, 完善基于 LoongArch 的软件生态, 优化各类解决方案, 致力于提高自主可控度和性价比, 目前公司产品已逐步形成矩阵化产品竞争力, 基于“龙芯”CPU 的自主生态已逐步形成。

图 11: 公司费率情况



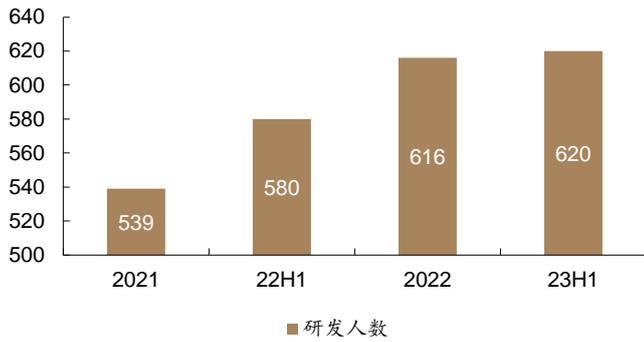
资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

图 12: 公司研发费用情况



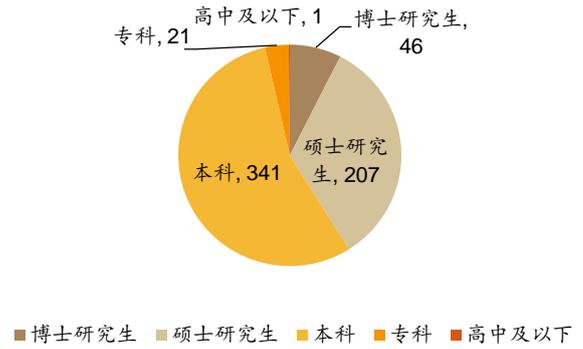
资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

图 13: 公司研发人员人数



资料来源: 公司公告, wind, 德邦研究所

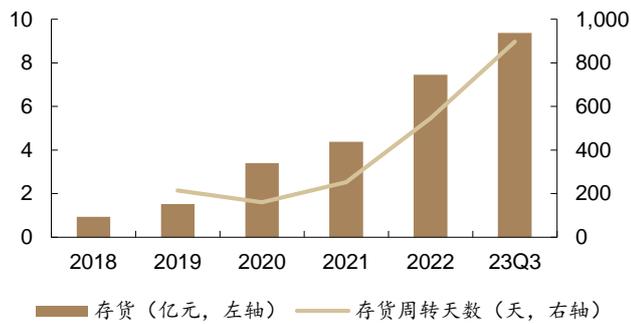
图 14: 公司研发人员学历结构



资料来源: 公司 2022 年报, 德邦研究所

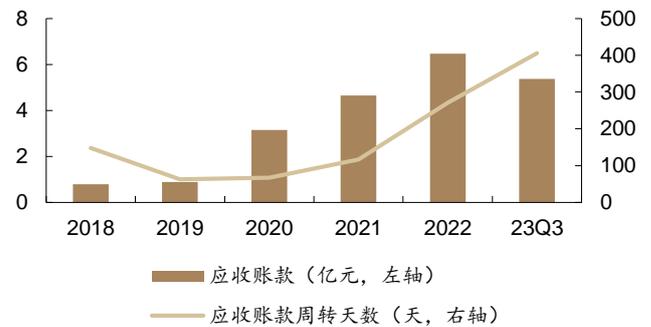
公司存货账面余额逐年上升, 主要跟随新产品订单量及营收规模的大幅增长而扩大产量。2020 年末、2021 年末, 为及时满足客户需求, 公司进行了预投产, 因此在产品及库存商品较往年大幅增长。2022 年全年, 为保障客户未来需求, 公司积极增加备货。截至 23H1 末, 公司存货账面余额为 9.46 亿元, 其中产成品 5.34 亿元, 占比 56%。

图 15: 存货与存货周转天数情况



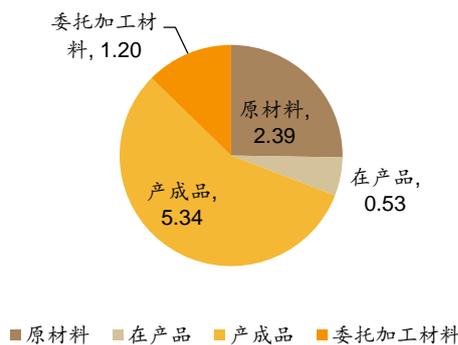
资料来源: 公司公告, Wind, 德邦研究所

图 16: 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 17: 23H1 存货账面余额结构情况 (单位: 亿元)



资料来源: 公司 2023 年中报, Wind, 德邦研究所

图 18: 23H1 存货跌价准备情况 (单位: 亿元)



资料来源: 公司 2023 年中报, Wind, 德邦研究所

2. 信创市场触底复苏，开放市场静待花开

2.1. 信创市场：2027 年央国企目标 100% 国产化

党政信创持续深化，行业信创迈向常态化。党政信创起步最早，渗透面最广；金融、电信等对国计民生有重要影响的关基行业自 2020 年起也开始大力投入信创建设，对基础硬件、外围系统进行较高比例的信创产品升级。随着信创产品的日益成熟，信创的建设将逐步在更多行业领域展开，由局部采买转为全行业推广、常态化采购，并有望在 2027 年完成央国企的分级改造工作，综合办公系统全面升级，经营管理系统、生产运营系统结合信创产品成熟度和各单位发展需要进行升级。

图 19：信创整体建设进展及未来拓展方向



资料来源：亿欧智库，艾瑞咨询，德邦研究所

信创市场景气度受挫，展望未来央国企国产替代政策目标明确。受宏观经济影响，自 2022 年电子政务市场停滞，信创市场景气度下降，但数字中国强化关键能力、各领域构筑自立自强的数字技术创新体系的决心不会动摇。2022 年 9 月，国家下发 79 号文，全面指导国资信创产业发展和进度，要求到 2027 年央国企 100% 完成信创替代，其中，芯片、整机、操作系统、数据库、中间件是最重要的产业链环节。

图 20：中国信创产业全景



资料来源：艾瑞咨询，德邦研究所

23Q4 政策性市场已经能看到一些向好的趋势。未来从党政、行业及教育领域来看，PC、终端、服务器业务整体的市场规模是存在的。龙芯还会继续以党政和相关行业为重点，同时会重点布局教育领域，一方面考虑到教育 PC 的体量很大。公司招股书披露，全球 PC 出货量约每年 3 亿台，其中中国市场约每年 5 千万台，预计在关键信息基础设施领域计算机市场规模每年可达千万台；另一方面从人才培养方面，教育和公司的目标使命相关，要做第三套生态，须从人才培养做起。

公司基于我国信息化教育三大痛点着手，在推广龙芯生态的同时，为国家信息化教育做出贡献。1) 中小学教育过去为“微软培训班”。目前在江苏省的信息化教材已经有龙芯版；另外 2023 年下半年大概有三五万台电脑，将在教育系统全面开始应用。2) 职教主要是在教怎么用 X86 和 ARM 电脑，龙芯现在加入了国家的“1+X”的评价体系，已经在全国几十所高职院校实施教授 X 中的龙芯体系课程。3) 高校计算机专业都在教学生怎么用计算机，没有教怎么造计算机。公司现在基于龙架构至少已经有 10 门课，董事长胡伟武先生在国科大等高校教授基于龙架构的计算机体系结构课程。公司正在推出一个基于龙架构的课程，从源代码开始，用自主指令系统、自主 IP 核，全自主的 EDA 工具，把整个芯片设计完成，还能在自主的工艺上进行流片。

2.2. 开放市场：AI 服务器驱动行业蓬勃发展，“一带一路”开启新篇章

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 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、AI、机器学习、金融、大数据和云计算等领域。

表 2: CPU 在各类典型应用场景中的应用与对比

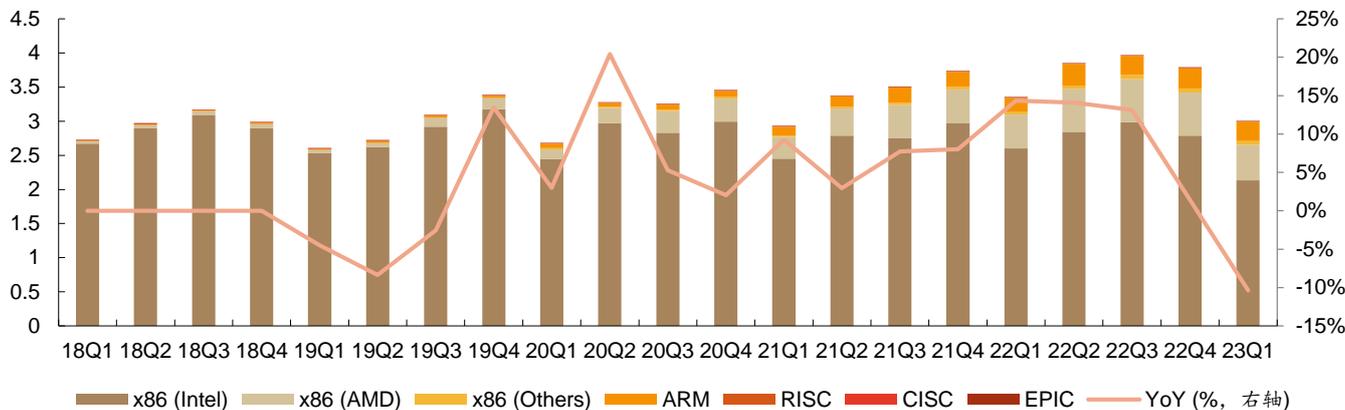
类型	主要性能指标	典型应用场景	技术特点
服务器	<ol style="list-style-type: none"> 1、单颗处理器核心数一般在 8 核~64 核，20 核以上居多 2、支持多路互连，两路、四路、八路等 3、可靠性、稳定性要求高，常年无故障运行 4、高端内存，支持 ECC 等可靠性要求 5、功耗比较高，一般 100W 以上 	<ol style="list-style-type: none"> 1、行业关键应用（电信、金融、教育、互联网等） 2、政府国计民生关键应用（税务、电力、公安、社保等） 	<ol style="list-style-type: none"> 1、微结构复杂、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	<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 1、图形工作站 2、计算工作站 	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 1、台式机 2、笔记本电脑 	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 1、手机 2、平板电脑 3、智能电视 4、POS 机 	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 1、智能汽车 2、网络设备 3、物联网设备 4、工业控制系统 	<p>应用领域非常广泛，针对不同应用领域有不同规格</p>

资料来源：海光信息招股书，德邦研究所

2.2.1. 服务器：AI 服务器市场驱动 CPU 需求蓬勃发展

服务器 CPU 市场中 Intel 及 AMD 平均占据约九成的市场份额(出货量口径)，共同构筑 x86 垄断地位。根据 IDC 数据，1Q23 全球服务器 CPU 中 Intel 出货量占比达 71.1%，AMD 出货量自 2019 年开始快速增长，1Q23 占比达 17.3%，其他 x86 架构 CPU 厂商的出货量占比仅为 1.8%。随着企业对于云端工作负载转趋多元，ARM 架构服务器 CPU 占比亦逐步提升，1Q23 出货量占比达 9.6%。

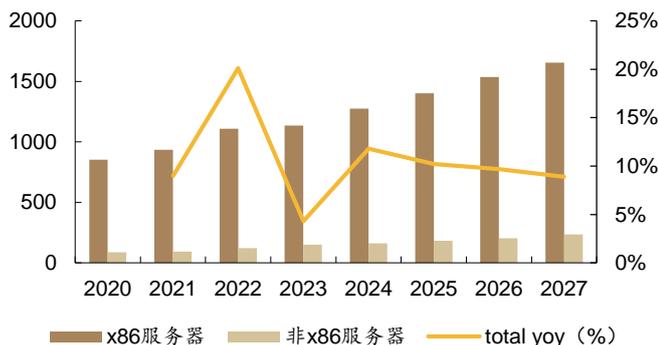
图 21：全球不同 CPU 架构服务器出货量（左轴单位：百万台）



资料来源：IDC, Bloomberg, 德邦研究所

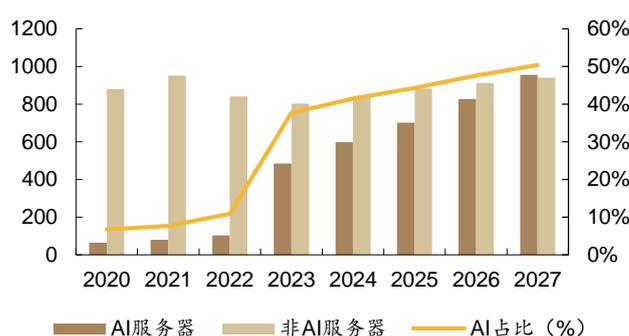
AI 服务器蓬勃发展，有望成为服务器 CPU 市场的增长动力。根据 The next platform 预测，除非 AI 模型增长减缓，或者 AI 训练和推理计算价格下降，否则有理由认为到 2026 年或 2027 年 AI 服务器有可能占到整个服务器市场收入的一半左右的可能性不小。根据台积电于 2Q23 业绩会上给出指引，目前，AI 服务器处理器（CPU、GPU 和 AI 加速器）的需求约占台积电总收入的 6%，未来 5 年这一需求将以接近 50% 的 CAGR 增长，占台积电收入的比例将上升到十几个百分点。我们认为随着 AIGC 应用快速发展带动 AI 服务器需求提升，服务器 CPU 市场未来值得期待。

图 22：全球不同 CPU 架构服务器销售额（单位：亿美元）



资料来源：IDC, 芯智讯, 德邦研究所

图 23：全球 AI/非 AI 服务器销售额（单位：亿美元）



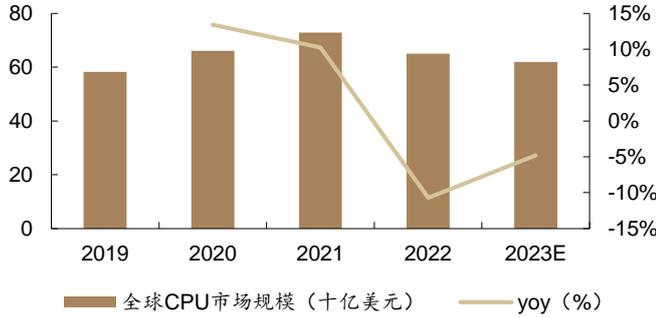
资料来源：The Next Platform, IDC, 芯智讯, 德邦研究所

2.2.2. PC：库存去化带动周期复苏，AI PC 有望催化新需求

全球 CPU 市场持续库存去化，下游需求有望带动上游复苏。由于宏观经济压力导致的消费电子需求疲软，CPU 市场规模在 2022 年有所下降，根据 Gartner 数据，2022 年全球 PC 出货量达到 2.86 亿台，同比下降 16.2%。Canalys 通过对渠道商 PC 库存调查得知，库存不足一周的渠道商自 23 年 1 月的 33% 增至 6

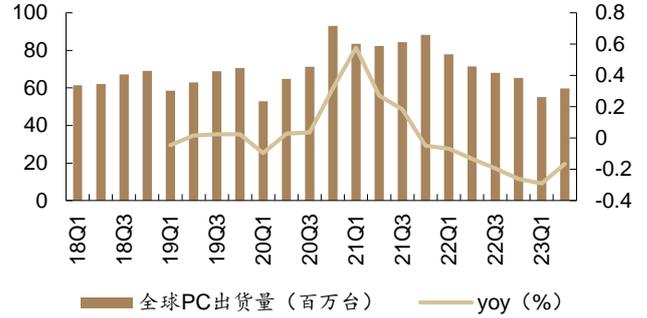
月的41%，即2Q23库存情况进一步改善。在库存持续修正和季节性因素影响下，预计2024年全球笔记本电脑出货量增长11%（据TechInsights）。

图 24：全球 CPU 市场规模及增速



资料来源：Yole Intelligence, 德邦研究所

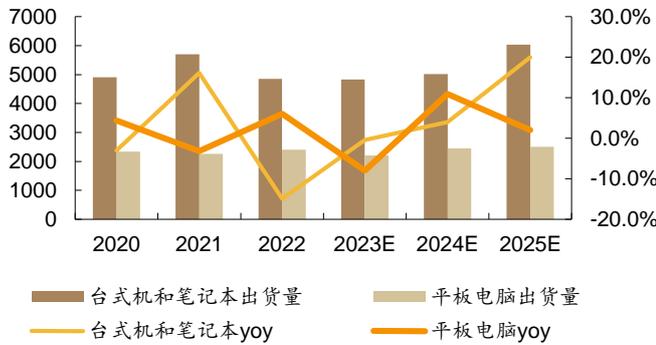
图 25：全球 PC 出货量及增速



资料来源：Gartner, iFinD, 德邦研究所

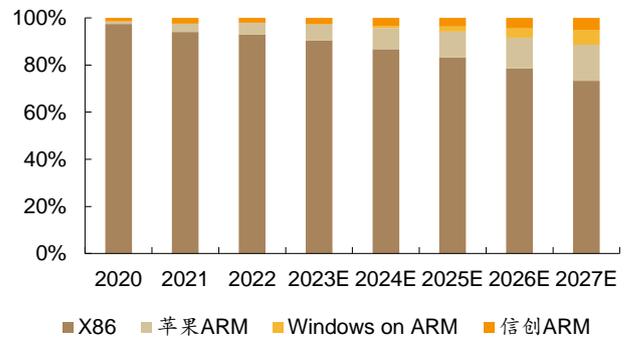
中国 PC 市场回温有望带动 CPU 市场复苏，PC 生态格局处于悄然变化中。 2020 年开始，受远程办公、线上教育等需求增长影响，PC 出货量呈现强劲上升态势，2021 年中国 PC 市场出货量同比增长 16.1%，达到 5700 万台。2022-2023 年在宏观经济及市场需求受到抑制的背景下，中国 PC 出货量持续下降。但在经济复苏、下沉市场 PC 需求增长、商用及信创 PC 需求提升的拉动下，亿欧智库预计 2024 年和 2025 年中国 PC 市场会逐渐回温。生态格局上看，Arm 架构 PC 市占率节节攀升，Mac、Windows on Arm 和信创 PC 是主要驱动力。中国 Arm 架构 PC（不包括平板）主要包括苹果 M1 和 M2 系列、信创 PC（飞腾和海思），两者已经占据中国 Arm PC 市场超 90% 份额。未来，随着高通等更多芯片设计公司加入 Windows on Arm，微软持续优化 Windows on Arm，Arm PC 将进一步增加份额，亿欧智库预计 2027 年 PC 市场（不包括平板）中 Arm 份额将达到 26.7%。

图 26：中国 PC 市场出货量及其增速（单位：万台，%）



资料来源：IDC, Canalis, 亿欧智库, 德邦研究所

图 27：中国 PC 市场（不含平板）架构占比



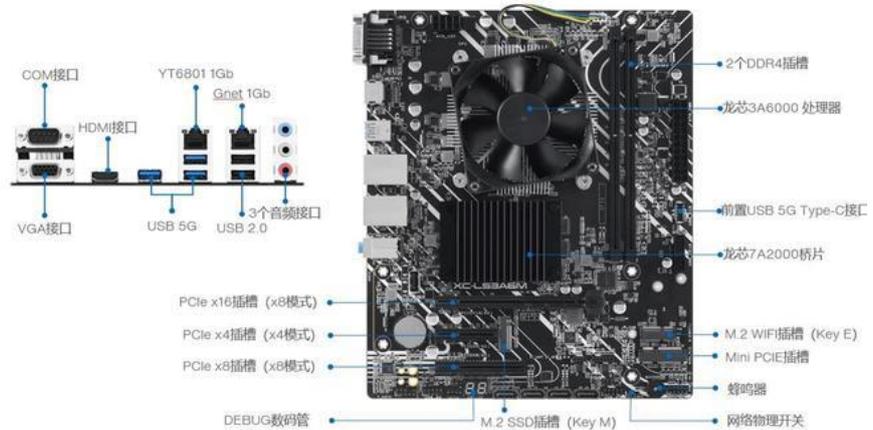
资料来源：亿欧智库, 德邦研究所

AI PC 横空出世，成为 AI 应用的下一个落地场景。 2023 年 10 月 24 日，联想创新科技大会“AI for All”成为全球焦点。联想全球首款 AI PC 在大会上首度亮相，该产品能够创建个性化的本地知识库，通过模型压缩技术运行个人大模型，实现 AI 自然交互。2023 年 11 月 22 日，联想集团董事长兼 CEO 杨元庆首次定义了 AI PC 五大特质：能够运行经过压缩和性能优化的个人大模型；具备更强的算力，支持异构计算；具备更大的存储，形成个人知识库，为个人大模型提供燃料；更顺畅的自然语言交互；更可靠的安全和隐私保护。AI PC 能作为公共大模型的入口，又能独立运行个性化的私有大模型，有望成为个人的人工智能双胞胎。

龙芯重磅新品切入 PC 市场，华硕电脑强势助力。 在 2023 龙芯产品发布暨用户大会上，华硕电脑开放平台中国区总经理俞元麟宣布，推出支持龙芯 3A6000 处理器的消费级主板——XC-LS3A6M。XC-LS3A6M 主板采用了整合式供电模组，支持双通道 DDR4 64GB 3200MHz 内存，搭载龙芯 7A2000 桥片，拥有过电压电流保护在内的多重硬件防护设计。大会现场展示了龙芯 3A6000 处理器的超频

数据，正常情况下可以超频至 2.63GHz，而在液氮下则可以提升至 3GHz。据俞元麟测试视频，通过把 Intel 最新的 13/14 代酷睿降到和龙芯 3A6000 相同的 2.5GHz 频率，发现其整体表现与龙芯 3A6000 基本一致。

图 28：华硕基于龙芯 3A6000 的 XC-LS3A6M 主板



资料来源：超能网，网易，德邦研究所

2.2.3. 俄罗斯市场开启，“一带一路”广阔空间续写新篇章

俄罗斯市场已经为龙芯打开了新的市场需求，“一带一路”更多市场空间值得期待。(1) 龙芯 3A5000 已开拓俄罗斯客户。2023 年 10 月 11 日《生意人报》报道，俄罗斯 Norsis-Trans 公司将开始生产使用龙芯处理器的数据存储系统、服务器和电脑，其采购的是性能与英特尔 i5 相仿的龙芯 5000 系列处理器（12nm 工艺）。截至报道，他们已经开始生产第一批使用龙芯处理器的设备（约 100 个），后续这块采购力度会加大。在俄罗斯专家看来，本国设备转用龙芯处理器对于减少对英特尔和 AMD 等技术的依赖“很有必要”。除了 Norsis-Trans 外，俄罗斯电子制造公司 Prombit 也开始要推出基于龙芯处理器的设备。

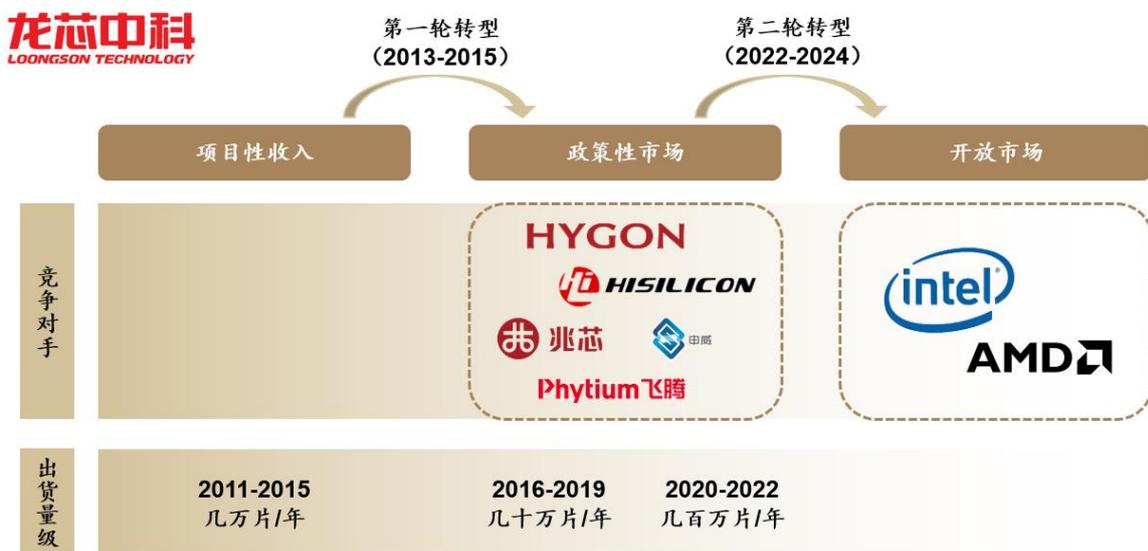
(2) 俄罗斯操作系统也在积极适配龙芯 CPU。2023 年 11 月 20 日据快科技消息，俄罗斯公司 Basalt SPO 自主开发的操作系统 Alt，现在已经正式加入对中国自主龙芯 CPU 处理器的支持。这也是第一款能跑在龙芯上的俄罗斯操作系统，包括龙芯 3A5000、龙芯 3A6000 等。截至报道，龙芯处理器低调放开了出口限制，可以进入俄罗斯市场，无论个人用户还是组织企业都可以自由购买、使用。Basalt SPO 的开发团队非常高效，只花了 9 个月时间，就让 Alt 系统完全支持了龙芯处理器的 LoongArch 龙架构。同时，龙芯团队也为 Basalt SPO 提供了丰富的技术文档等支持资源，还提供了龙芯服务器供测试。Basalt SPO Alt 系统也是基于 Linux 开发的，预装了 GIMP、Firefox、LibreOffice 等不受限制的基础软件，可用于台式机、笔记本、工作站、服务器等，未来还会有商业版。支持龙芯的 Alt 系统现在已经有了试验分支，还不稳定，而正式版本将在 24Q1 发布。

3. 第二轮转型期全力冲击开放市场，潜龙自有腾飞时

2022 到 2024 年是公司历史上的第二轮重要转型期。公司的第一轮转型发生在 2013 到 2015 年，期间摆脱了对项目性收入的依赖，打开了政策性市场。2022 年由于以电子政务为代表的政策性市场停滞导致公司信息化应用销售收入下降，龙芯中科 2022 年的营收大幅下降。龙芯面临着在政策性市场内与引进 X86 和 ARM 技术的产品竞争加剧，在开放市场内产品的竞争力仍不够强的局面，促使公司开展 2022 到 2024 年的第二轮转型，努力摆脱对政策性市场的依赖，打开充分竞争的开放市场。

公司为第二轮转型期制定了点面结合、纵横结合的工作方针，新打法启航新征程。(1) 所谓“面”就是产品平台和产业生态建设，体现为通用 CPU 芯片性价比的提高和软件生态的完善。(2) “点”的工作就是要聚焦几个细分领域，面向开放市场进行重点突破。(3) “横”是指龙芯是生态企业，以销售芯片为主。“纵”是要采取灵活机动的商业模式，在特定阶段通过解决方案带动芯片销售，将市场打开后，再回到“横”来销售芯片。

图 29：龙芯中科两次重要转型期



资料来源：公司公告，公司招股书，德邦研究所

3.1. 硬件：自主研发完成性能“补课”，桌面 CPU 比肩 Intel 第十代酷睿

公司自 2010 年开始市场化运作，在后续十余年中坚持自主研发，陆续推出了针对不同应用场景的龙芯 1 号系列、龙芯 2 号系列、龙芯 3 号系列处理器及配套芯片。

龙芯 1 号系列为低功耗、低成本专用嵌入式 SoC 或 MCU 处理器，通常集成 1 个 32 位低功耗处理器核，应用场景面向嵌入式专用应用领域，如物联终端、仪器设备、数据采集等；**龙芯 2 号系列**为低功耗通用处理器，采用单芯片 SoC 设计，通常集成 1-4 个 64 位低功耗处理器核，应用场景面向工业控制与终端等领域，如网络设备、行业终端、智能制造等；**龙芯 3 号系列**为高性能通用处理器，通常集成 4 个及以上 64 位高性能处理器核，与桥片配套使用，应用场景面向桌面和服务器等信息化领域；**配套芯片**包括桥片及正在研发尚未实现销售的电源芯片、时钟芯片等，其中桥片主要与龙芯 3 号系列处理器配套使用和销售，电源芯片和时钟芯片主要与龙芯 2 号、龙芯 3 号系列处理器配套使用。

图 30：公司芯片产品的应用领域及其性能情况

产品系列			产品料号						
产业领域系列	类别	应用领域	型号	推出时间	内核	主频	峰值算力	典型功耗	
工控	龙芯1号	低功耗、低成本专用嵌入式SoC或MCU处理器	嵌入式专用应用领域	1A	2012年				
				1B	2012年				
				1C300 (1C)	2014年				
				1C101	2018年	1个	8MHz	16.5mW/16.5μW	
				1C102	2022年	LA132, 1个	8/11/32MHz		
			1C103	2022年	LA132, 1个	8/11/32MHz		<50mW	
工控	龙芯2号	低功耗通用处理器(单芯片SoC)	工业控制与终端等领域	2H	2014年				
				2K1000	2018年				
				2K0500	2022年	LA264核, 1个	500MHz-800MHz		1-3W
				2K1000LA	2022年	LA264核, 2个	1GHz	8GFlops	1-5W
				2K1500	2023年	LA264核, 2个	1.0GHz		<2.8W
				2K2000	2023年	LA364核, 2个	1.4GHz		3-9W
				2P0500	2023年	主核: 64位 小核: 32位	主核: 700MHz 小核: 400MHz		<1.8W (支持动态降频)
信息化/高端工控	龙芯3号	高性能通用处理器	桌面和服务器等信息化领域	3A1000	2012年				
				3A2000/3B2000	2016年				
				3A3000/3B3000	2017年				
				3A4000/3B4000	2019年	MIPS64兼容, 4个	1.8GHz	115.2GFLOPS@1.8GHz	<30W@1.5GHz <40W@1.8GHz
				3A5000/3B5000	2021年	LA464核, 4个	2.3GHz-2.5GHz	160GFlops	35W@2.5GHz
				3A6000	2023年	LA664核, 4个	2.0GHz-2.5GHz	240GFlops	38W@2.5GHz
				3C5000L	2021年	LA464核, 16个	2.0GHz-2.2GHz	560GFlops	130W@2.2GHz
				3C5000	2022年	LA464核, 16个	2.0GHz-2.2GHz	560GFlops@2.2GHz	150W@2.2GHz
3D5000	2023年	LA464核, 32个	≥2.0GHz	1024GFlops@2.0GHz	160W@2.0GHz				
工控/信息化	配套芯片	桥片		7A1000	2018年				
				7A2000	2022年				
			电源芯片	8P63601	上市后				
				8P80103	上市后				
				8T41505	上市后				

资料来源：公司招股书，公司官网，公司官微，德邦研究所

注：公司上市时间为 2022 年 6 月 24 日；“LA”为公司“LoongArch”系统简称；龙芯 3 号系列产品中 A 型主要应用于桌面，B 和 C 型主要应用于服务器

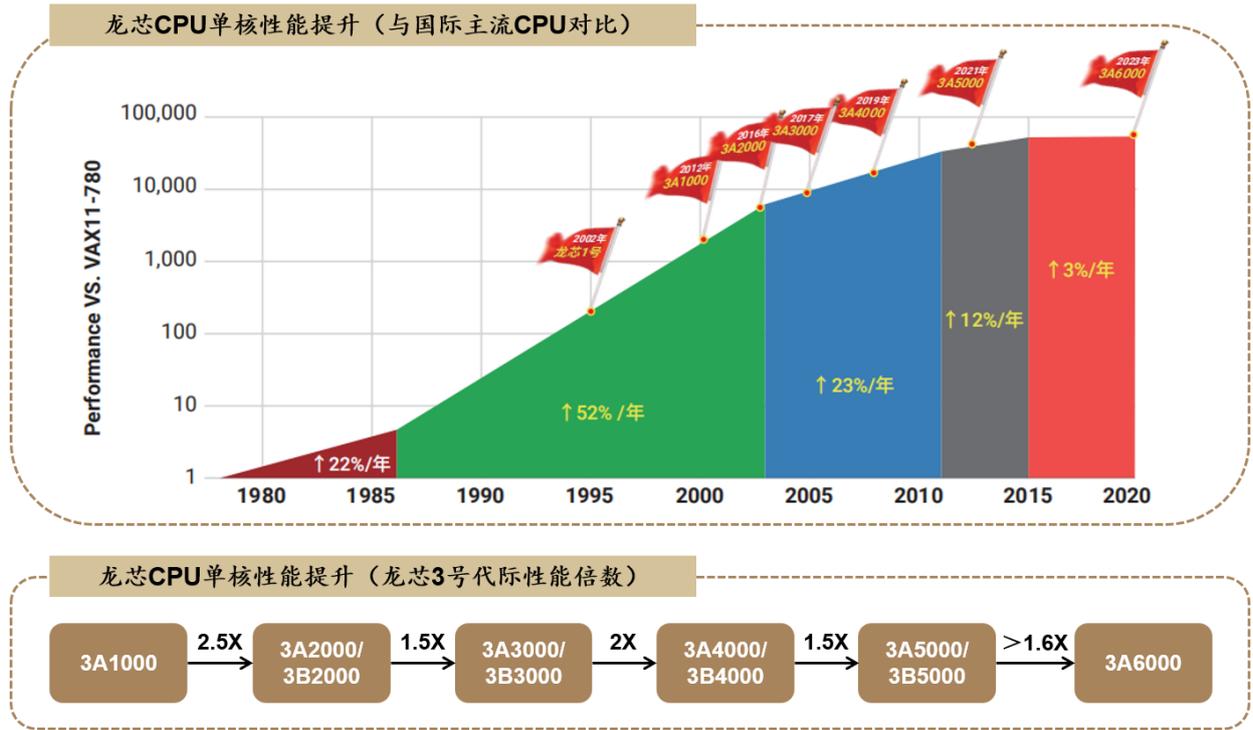
纵向来看，公司通过 20 多年自主研发，已经完成 CPU 性能“补课”。可以分为以下两个阶段：

(1) 2019 年以前，自主 CPU 推广的主要矛盾在于性能不足。2013-2015 年龙芯第一代产品 (3A1000、3B1500) 通用处理性能只有市场主流产品的 1/10。2016-2018 年龙芯推出第二代产品 (3A2000、3A3000)，3A3000 性能是 3A1000 的 4 倍。

(2) 2019 年至今，自主 CPU 的性能已经逼近市场主流产品水平。龙芯推出第三代产品 (3A4000、3A5000、3C5000)，其中 3A5000 性能是 3A3000 的 3 倍。2021 年推出的龙芯 3A5000 产品单核性能与市场主流产品性能相差不到 1 倍。23H1，公司新研发的第四代微架构的首款芯片 3A6000 流片 (23Q4 已正式发布)，较之 3A5000 桌面 CPU，在相同工艺下单线程性能提升 60% 以上，全芯片多线程性能成倍提升，硅片面积缩小，性价比成倍提升。

展望未来，公司新产品仍有望保持性能的快速提升。在研的服务器芯片使用 3A6000 中的 LA664 处理器核，在研的八核 SoC 芯片使用 LA364 处理器核，性价比均成倍提升。上述芯片性价比的提升将大幅提升龙芯 CPU 在政策性市场的竞争力，并参与到开放市场竞争中。

图 31：龙芯 CPU 单核性能提升



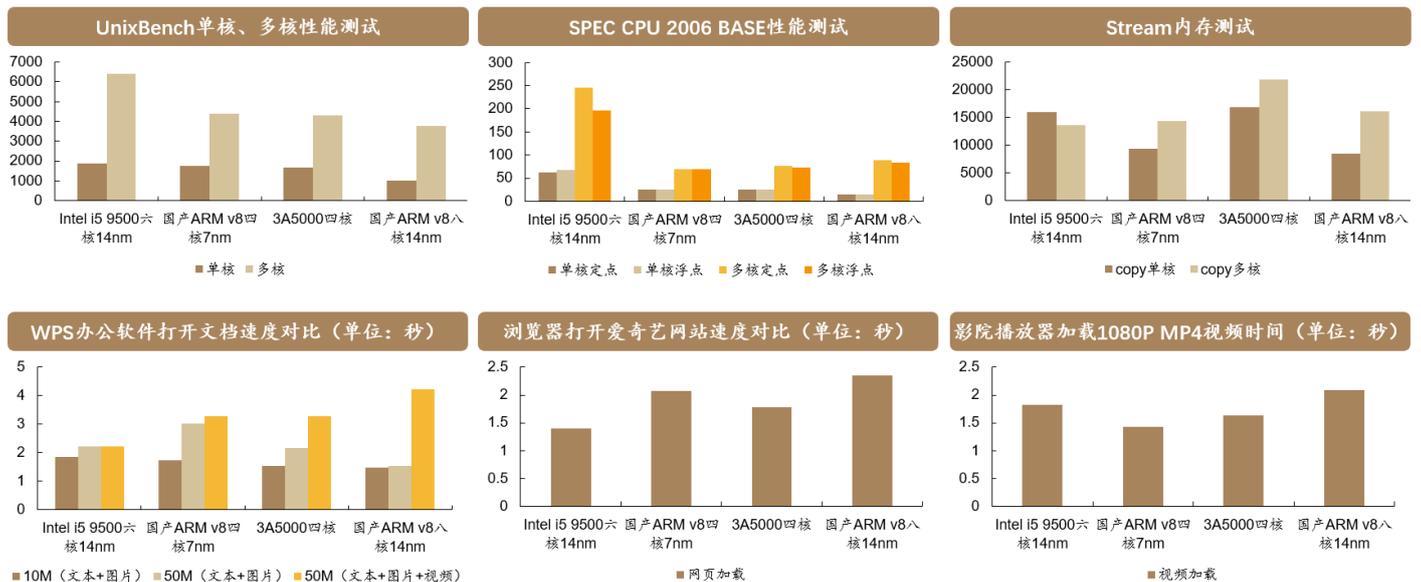
资料来源：《龙芯生态白皮书（2022 年）》（发布时间：2023 年 3 月），公司招股书，公司公告，德邦研究所

注：上方图代表龙芯 CPU 与国际主流 CPU 单核性能对比，旗帜中所写内容表示龙芯产品推出时间，对应横轴位置为龙芯 CPU 对标产品的推出时间，“↑xx%/年”表示国际主流 CPU 性能提升速度

横向来看，公司最新推出的几款 CPU 产品已逐渐逼近开放市场主流桌面 CPU 水平：

龙芯 3A5000：在 GCC 编译环境下运行 SPEC CPU2006 的定点、浮点单核 Base 分值均达到 26 分以上，四核分值达到 80 分以上。基于国产操作系统的龙芯 3A5000 桌面系统的 Unixbench 单线程分值达 1700 分以上，四线程分值达到 4200 分以上。上述测试分值已经逼近市场主流桌面 CPU 水平，在国内桌面 CPU 中处于领先地位。

图 32：龙芯 3A5000 性能数据

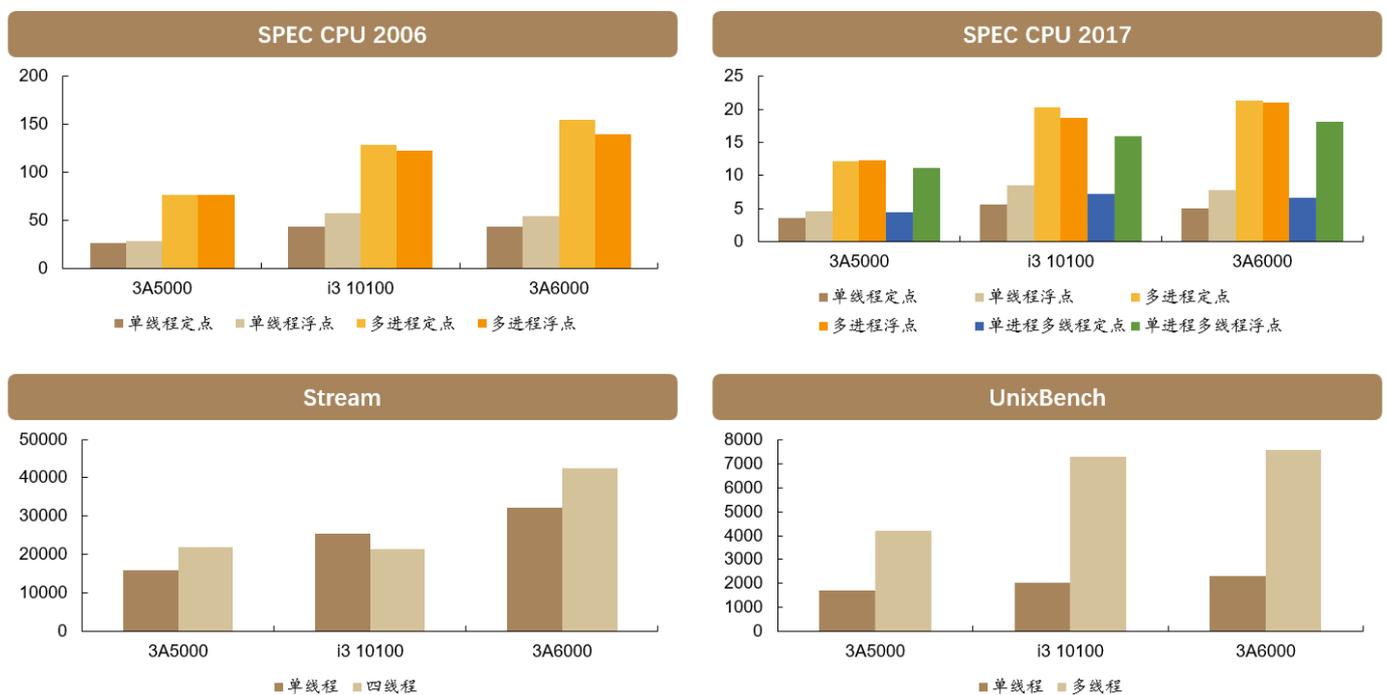


资料来源：中关村在线，公司官微，德邦研究所

并且，龙芯 3A5000 实现了自主性和安全性的深度融合，在处理器核内实现了专门机制防止“幽灵 (Spectre)”与“熔断 (Meltdown)”的攻击，并在处理器核内支持操作系统内核栈防护等访问控制机制；集成了安全可信模块，支持可信计算体系，内置了硬件加密模块，支持商密 SM2/3/4 及以上算法，其中 SM3/4 密码处理性能达到 5Gbps 以上。

龙芯 3A6000：在 2.5GHz 频率下，SPEC CPU 2006 base 单线程定/浮点分值分别达到 43.1/54.6 分，多进程定/浮点分值分别达到 155/140 分；SPEC CPU 2017 base 单线程 (rate1) 定/浮点分值分别达到 5.05/7.78 分，单进程多线程 (speed) 定/浮点分值分别达到 6.66/18.1 分，多进程 (rate8) 定/浮点分值分别达到 21.3/21.0 分；Stream 实测带宽超过 42GB/s；Unixbench 实测分值超 7400 分。综合相关测试结果，龙芯 3A6000 处理器总体性能与 Intel 公司 2020 年上市的第 10 代酷睿四核处理器相当。也有集成安全可信模块，可提供安全启动方案和国密 (SM2、SM3、SM4 等) 应用支持。

图 33：龙芯 3A6000 性能与 Intel 酷睿十代四核处理器相当



资料来源：公司 bilibili 官方账号，德邦研究所

竞争力#1：CPU 核心技术，从自主可控优势逐步转化为性能优势

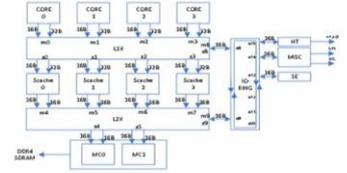
→ 自研 CPU IP：产品性价比优势的本源，储备技术剑指下一代制程工艺

公司坚持 IP 的自主研发，能够有效提高产品性价比。公司掌握了处理器核及相关 IP 核设计的核心技术，包括 CPU、GPU、内存控制器、IO 接口等核心 IP。龙芯 CPU 所有片内关键 IP 源代码均为自主编写，电路图均为自主设计，在通用 CPU 芯片领域实现了较大创新突破。通过自主研发，不仅能破解“卡脖子”问题，还能提高性价比。比如 PCIE 的 IP，公司自研的面积比其他公司的 IP 面积更小，芯片成本更低。

未来，在新工艺上，公司要研制 DDR5 PHY、PCIE PHY、各类寄存器堆、锁相环等 IP，截至 23Q4 已经开展对新工艺的评估，2024 年将研制这些 IP 并开展测试片研制，为下一代先进工艺 CPU 做技术储备。

图 34: 龙芯中科 CPU 的主要 IP 核均自主研发

- 软IP (RTL源代码)
 - CPU: LA132、LA264、LA364、LA464、LA664
 - GPU: LG100、LG200(GPGPU)
 - 加解密: SM2、SM3、SM4
 - 高速接口: HT3, HT1, PCIe3.0, PCIe4.0
 - 存储接口: DDR4, DDR3, DDR2, SDRAM, SRAM; SPI, SDIO, NAND Flash, NOR Flash
 - 音视频接口: HDA, AC97, I2S, CAMERA, LCD, HDMI;
 - 其它接口: GMAC、TSN; UART, I2C, PWM, CAN, CAN-FD, LJO, LPC, TSensor, VPWM, RTC, ACPI, ADC; I553B, SpaceWire, PPC, PCM, OC; JBIG, LSU
- 硬IP (多种工艺版图)
 - 各种规格寄存器堆;
 - PLL, DDR3/4-PHY, HT-PHY, PCIe3/4-PHY, SATA/USB COMB-PHY, GNET PHY.....

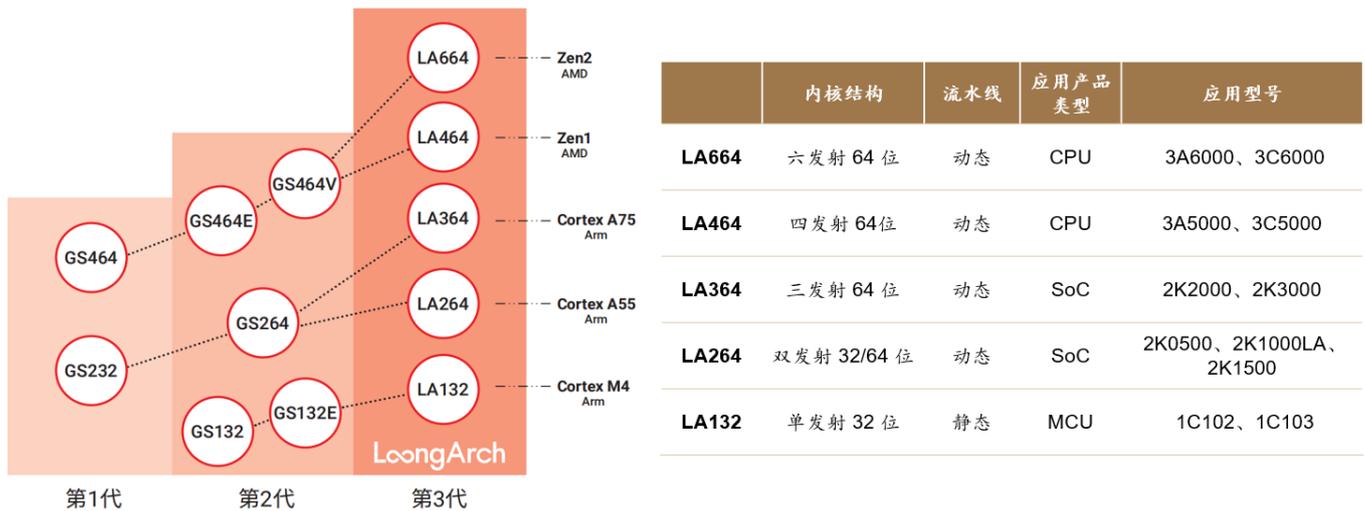


资料来源: 公司 bilibili 官方账号, 德邦研究所
注: 图中标红的 IP 为龙芯 3A6000 用到的 IP

→ **自研 CPU 核: “Tock+Tick” 路线跨步前进, 设计优化性能构筑广阔未来**

公司最新一代 CPU 核 LA664, 已实现与 AMD Zen2 架构 CPU 核对标。龙芯第三代 CPU 核已全面基于 LoongArch 架构, 目前已研发完成 LA132、LA264、LA364、LA464 和 LA664 五大系列处理器核。其中, LA132、LA264 和 LA364 对标 ARM Cortex 系列 CPU 核, 用于龙芯 1 号和龙芯 2 号产品中; LA464 和 LA664 分别对标 AMD Zen1 和 Zen2 架构, 用于龙芯 3 号 CPU 中。

图 35: 龙芯系列处理器 IP 核演进过程



资料来源: 《龙芯生态白皮书 (2022 年)》 (发布时间: 2023 年 3 月), 德邦研究所

第四代“Tock” 3A6000 性能大幅提升, 微架构升级的同时突破 SMT 技术。龙芯遵循“Tock+Tick”路线进行代际产品布局, 其中, “Tock”是(基于上一代产品的相同工艺)结构优化, “Tick”是工艺升级。龙芯 3 号自第一代产品发展至今, 通过“Tock+Tick”路线持续完成代际性能跨越。3A6000 是第四代“Tock”芯片, 在维持上一代产品 3A5000 制程的基础上, 多项指标提升迅猛, 其中, SPEC 2006 和 SPEC 2017 测试的定点单线程(代表单核性能)跑分分别为 43.1 和 5.05, 分别较 3A5000 提升 62%和 45%。

图 36: 龙芯 “Tock+Tick” 路线提升 CPU 性能

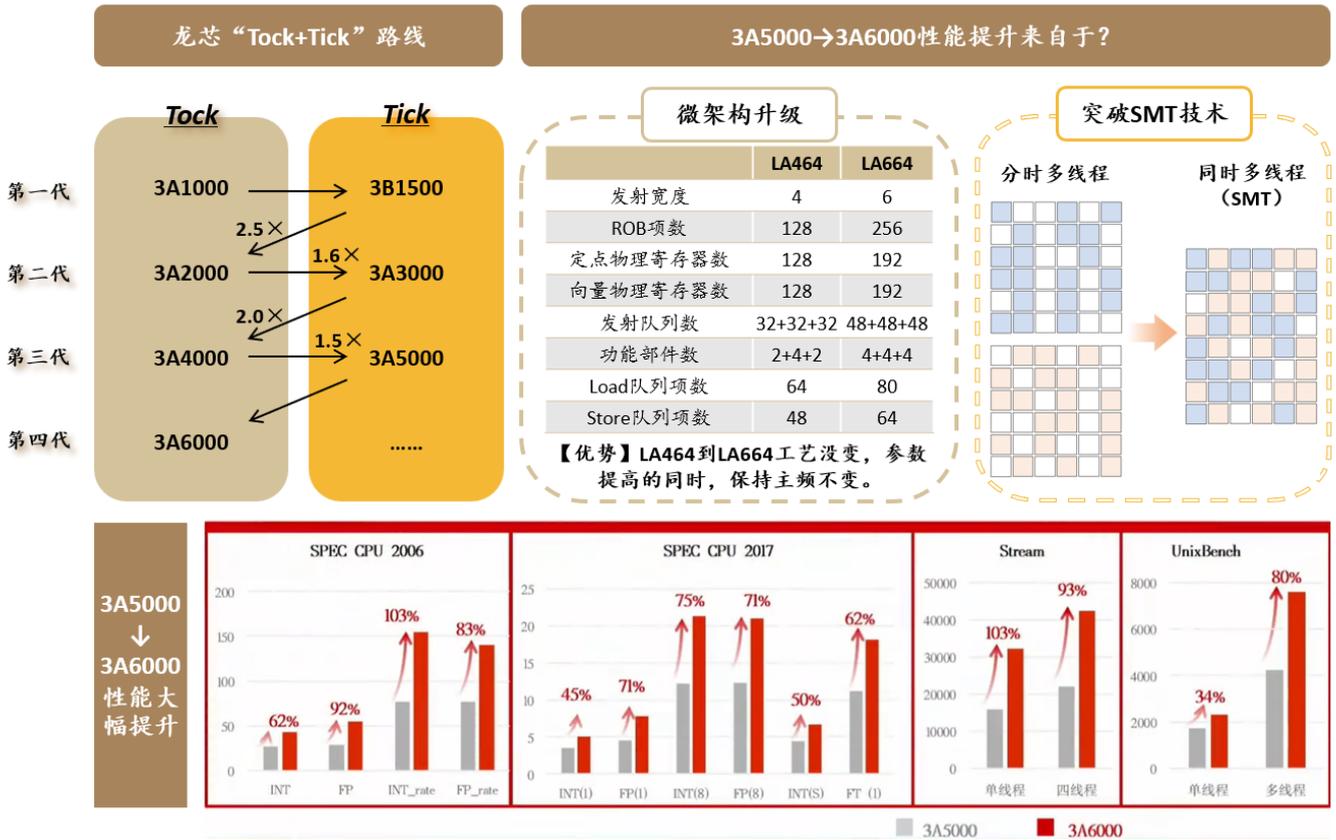
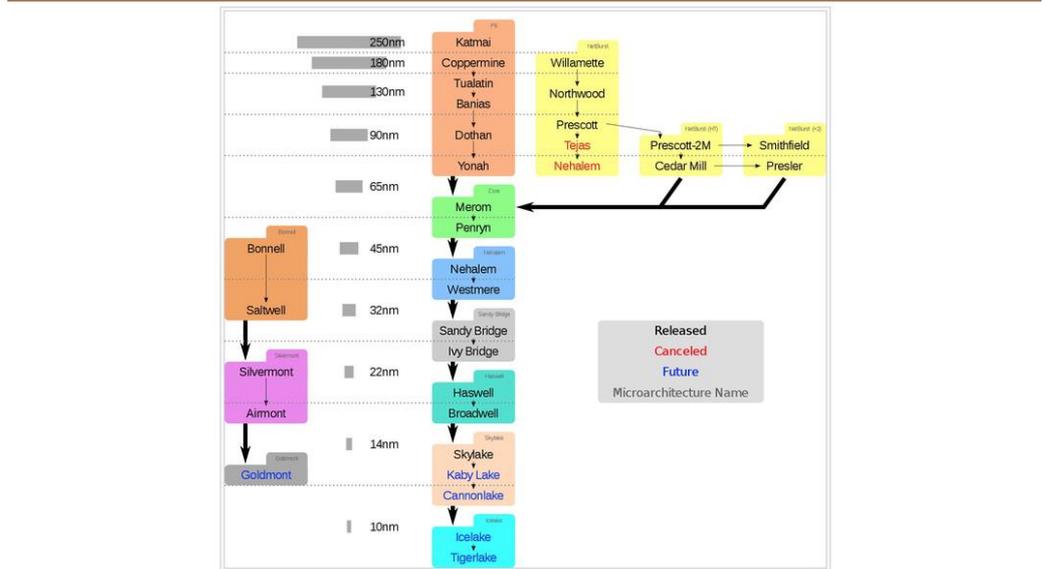


图 37: Intel CPU 核升级路线



资料来源: 集微网, 德邦研究所

→ 自研 CPU 核及 IP 技术日臻完善, 全力以赴驶向彼岸

当前, 龙芯 3A6000 总体性能已达到了 Intel 公司 2020 年上市的第 10 代酷睿四核处理器水平, 即在相同工艺条件下, 性能与 Intel、AMD 相当。下一步 6000 系列 CPU 计划在目前的工艺上再做一次 improvement (结构优化), 用已有工艺完成结构优化试错后再升级到更先进工艺 (先进工艺流片费用很高)。结构优化争取每 GHz 的性能再提高 20%-30%, 使用成熟工艺达到 Intel、AMD 先进工艺 CPU 的性能。另外, 在时间节点上, CPU 优化后的新结构完成验证之时, 新研制的 DDR5 PHY、PCIe PHY、各类寄存器堆、锁相环等 IP 也有望进一步成熟。在此基础上再用先进工艺提高主频, 龙芯 CPU 性能有望跻身世界领先行列。

竞争力#2: “三剑客”突破 SMT、龙链、GPGPU, 沿 CPU 核心向外扩张

从政策性市场向开放市场迈进, 龙芯第四代 Tock “三剑客”——3A6000、3C/D/E6000、2K3000, 分别突破 SMT、龙链、GPGPU 技术, 主打性价比优势。
(1) 3A6000 桌面 CPU 已于 23Q4 正式发布 (性能数据详见图 31); (2) 16 核 3C6000 23Q4 已经基本完成设计, 性价比大幅提升 (通用处理性能、访存带宽比上一代 3C5000 成倍提高, IO 性能比上一代 3C5000 成数量级提高, 支持高性能国密标准加解密算法, SM4 带宽>30Gbps), 并通过龙链技术 (Loongson Coherent Link) 实现片间互连; (3) 定位终端的 2K3000 目前已经完成前端设计, 计划 24Q1 交付流片, 其单核性能跟 3A5000 可比, 集成了自研的第二代 GPU 核 LG200、密码模块和各种丰富的接口。

图 38: 龙芯第四代产品的 Tock “三剑客”



资料来源: 公司 bilibili 官方账号, 德邦研究所

新品 Roadmap 节奏迅速，目标清晰。 (1) **6000 系列**计划在目前的工艺上再做一次 improvement (结构优化)，用已有工艺完成结构优化试错后再升级到更先进工艺。(2)**服务器产品 3D/3E6000**(3D6000 双硅片 32 核 64 线程、3E6000 四硅片 64 核 128 线程)将全部采用全新的龙链技术，实现片间高速互连。(3)**打印机**后续将陆续推出系列化的芯片以满足市场需求。(4) **专用 GPGPU 芯片**公司计划 2024 年进行研制。

→龙链技术 (Loongson Coherent Link)

龙链突破高速片间互连技术(Chpilet 的关键核心技术)，对标 NVLink、CXL，支持 CPU 与 CPU、CPU 与 GPCPU、GPGPU 与 GPGPU 直连，据 2023 龙芯产品发布暨用户大会，未来龙链技术会对其他公司开放。国内外主流算力芯片采用自研互连技术成为一种趋势，公司有望通过突破龙链技术，切入 AI 算力赛道。

表 4：主流算力芯片互连技术对比

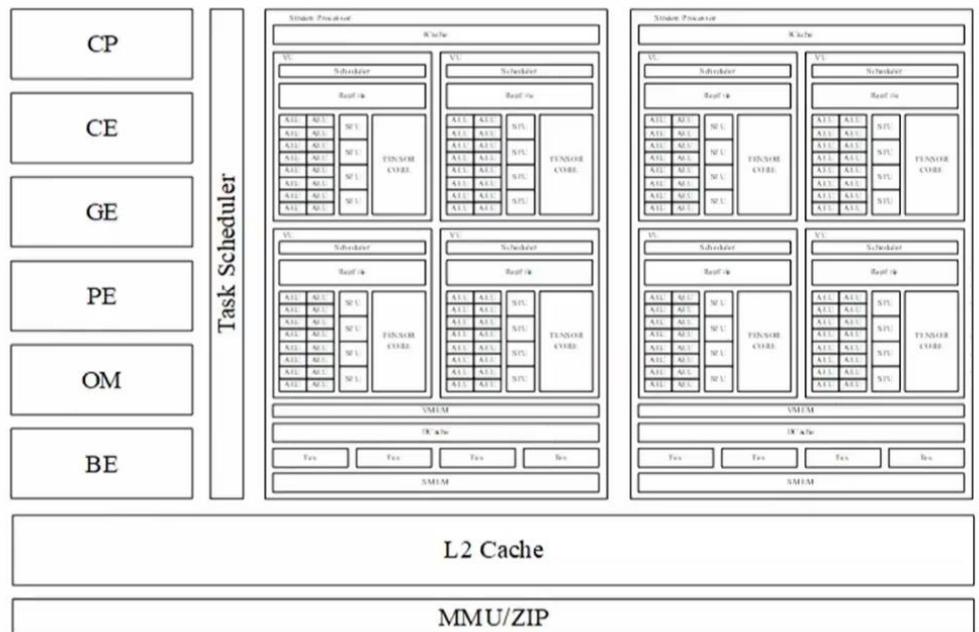
	英伟达				AMD			寒武纪	海光
典型产品	Hopper 100	Ampere 100	Hopper 800	Ampere 800	MI300	MI250	MI100	MLU370-X8	深算一号
CPU 与 GPU 互连	PCIe 5.0	PCIe 4.0	PCIe 5.0	PCIe 4.0	PCIe 5.0	PCIe 4.0	PCIe 4.0	PCIe 4.0	PCIe 4.0
GPU 与 GPU 互连	NVLink	NVLink	NVLink	NVLink	Infinity Fabric	Infinity Fabric	Infinity Fabric	MLU-Link	xGMI
互连带宽	900 GB/s	600 GB/s	400 GB/s	400 GB/s	898 GB/s	100 GB/s	276 GB/s	200 GB/s	184 GB/s
显存类型	HBM3	HBM2e	HBM3	HBM2e	HBM3	HBM2e	HBM2	LPDDR5	HBM2
显存带宽	3.35 TB/s	2039 GB/s	3.35 TB/s	2039 GB/s	5.3 TB/s	3276.8 GB/s	1228 GB/s	614.4 GB/s	1024 GB/s

资料来源：各公司官网，海光信息招股书，纳多德官网，EETOP 公众号，电子发烧友，德邦研究所

→GPGPU 技术

龙芯 LG200 是龙芯第二代自研图形处理器，支持图形加速、科学计算加速、AI 加速，单节点 256GFlops-1Tflops，支持多节点互连。LG200 已应用于龙芯 2K3000 (集成 8 个 LA364 核与 LG200 GPGPU 核，23Q4 完成前端设计)，未来龙芯将基于 2K3000 的 GPGPU 技术及 3C6000 的龙链技术，研制专用 GPGPU 芯片。

图 39：龙芯 LG200 GPGPU 结构图



资料来源：公司 bilibili 官方账号，德邦研究所

3.2. 生态：将自主进行到底，致力于构建世界指令生态“三足鼎立”格局

指令系统属于计算机中硬件与软件的接口，是构建 CPU 生态的重中之重。目前 CPU 行业由两大生态体系主导：一是基于 X86 指令系统和 Windows 操作系统的 Wintel 体系；二是基于 ARM 指令系统和 Android 操作系统的 AA 体系。Intel 于上世纪 80 年代自研 X86 指令系统架构，凭借先发优势迅速扩大市场份额并构建生态优势，并通过与 Windows 联盟形成“Wintel”联盟逐步占领桌面 CPU 市场；ARM 则在苹果、高通、三星、华为、英伟达等方面的努力下，凭借其指令系统开源、异构运算、可定制化等一系列优势，立足于低功耗的移动市场。

国产 CPU 企业目前主要有 6 家，分别是龙芯中科、电科申泰、华为海思、飞腾信息、海光信息、上海兆芯。按采用的指令系统类型可大致分为三类：（1）龙芯中科和电科申泰，早期曾分别采用 MIPS 兼容的指令系统和类 Alpha 指令系统，现已分别自主研发指令系统；（2）华为海思和飞腾信息，采用 ARM 指令系统，可拥有 ARM v8 永久授权，但目前无 ARM v9（性能提升 30%+）永久授权，存在长期隐患；（3）海光信息和上海兆芯，采用 X86 指令系统，依赖海外企业授权，自主可控风险高。

图 40：国内具有代表性的信创体系

	中国电子CEC	中国电科 CETC	中国科学院	华为
芯片	飞腾		海光信息、龙芯中科	鲲鹏
整机	中国长城	华诚金锐	中科曙光	泰山
操作系统	麒麟软件	普华基础软件	中科方德	鸿蒙、欧拉
数据库	达梦数据	人大金仓		高斯

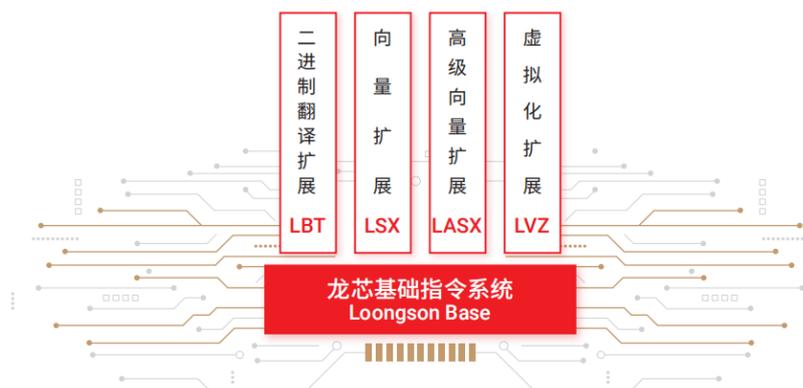
资料来源：鲜枣课堂公众号，德邦研究所

图 41：主流国产 CPU 厂商技术路线



龙芯中科坚持走自主创新与生态建设路线，自主指令系统 LoongArch 兼具自主性、先进性和兼容性。2020 年，通过十余年的自主研发和市场化运作，在处理器研发、基础软件研发、生态体系建设等方面已具备充足的技术和经验积累的条件下，龙芯中科推出了自主指令系统 LoongArch（龙芯架构）。LoongArch 指令系统已通过国内权威第三方机构中国电子信息产业发展研究院的知识产权评估，认定 LoongArch 指令系统与 ALPHA、ARM、MIPS、POWER、RISC-V、X86 为不同的指令系统设计。LoongArch 是一款充分考虑兼容需求的自主指令系统，在定义时充分考虑了 MIPS、X86、ARM、RISC-V 等主要指令系统的特征，具有较好的自主性、先进性、扩展性和兼容性。

图 42：龙芯自主指令系统（LoongArch）——龙架构



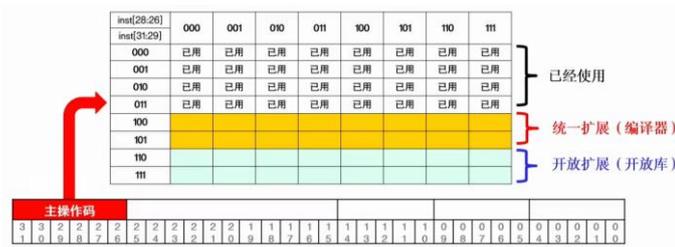
资料来源：《龙芯生态白皮书（2022 年）》（发布时间：2023 年 3 月），德邦研究所

3.2.1. 先进性/扩展性：IP 与指令集开放授权，众木成林共建“LoongArch”生态

在先进性和扩展性方面，LoongArch 优势凸显。LoongArch 指令系统吸纳了现代指令系统演进的最新成果，运行效率更高，相同的源代码编译成 LoongArch 比编译成龙芯此前支持的 MIPS，动态执行指令数平均可以减少 10%-20%。扩展性方面，LoongArch 指令系统采用基础集加扩展集的架构，目前已完成向量、虚拟化和二进制翻译扩展。目前 LoongArch 指令系统仍留有一半的指令编码空间，可用于进一步扩展。

通过开放授权集合生态伙伴，共同完善生态建设。公司基于对现有生态格局的观察，发现开源的 Linux “打不过” 闭源的 Windows。开源是松耦合的结构，不容易形成合力，效率比较低。基于这个考虑，公司会做适当的架构授权+IP 授权，1) 架构授权：LoongArch 指令系统一共 64 个指令槽，现在 2000 多条指令已经用掉 32 个，剩下 32 个指令槽各取一半用于统一扩展和开放扩展。公司计划找 5-10 家合作伙伴，进行几乎相当于同权的架构授权，并通过软件生态维护机制，防止生态的碎片化。2) IP 授权：公司支持合作伙伴研制基于龙芯 CPU 核心 IP 及龙架构指令系统的 SoC 芯片产品，目前公司已开放授权 LA132、LA264、LA364 处理器核，共 10 家企业在 2023 龙芯产品发布暨用户大会上与龙芯中科签署合作协议。公司一次性授权且永不收版权费，无需对被授权企业进行审计，相较于 ARM 公司的业务模式减轻了合作伙伴的版权成本。公司通过团结更多的合作伙伴，重构产业链方式，降低产业链成本，提高产业链效率，一起推动龙架构发展。

图 43: LoongArch 指令系统仍留有一半的指令编码空间



资料来源：公司 bilibili 官方账号，德邦研究所

图 44: 龙芯系列 CPU 核心

LA132	LA264	LA364	LA464	LA664
LoongArch32 MCU领域	LoongArch64 嵌入式领域	LoongArch64 嵌入式、终端领域	LoongArch64 桌面、服务器领域	LoongArch64 桌面、服务器领域
单发射顺序流水线 Coremark 3.6/MHz	双发射乱序流水线 Spec06Int 4.0/GHz	三发射乱序流水线 Spec06Int 9.1/GHz	四发射乱序流水线 Spec06Int 11.9/GHz	六发射乱序流水线 Spec06Int 17.2/GHz
对标 Arm Cortex-M4	对标 Arm Cortex-A55	对标 Arm Cortex-A75		

资料来源：公司 bilibili 官方账号，德邦研究所

3.2.2. 兼容性：生态建设非朝夕之功，龙芯生态体系初具雏形

计算机平台生态体系

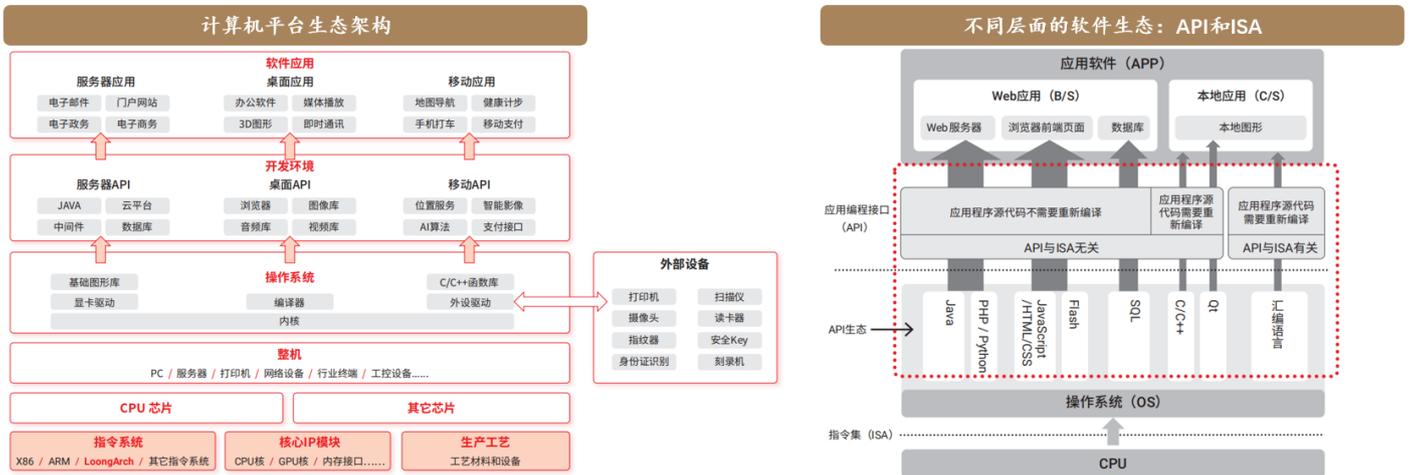
CPU 是计算机的运算和控制核心，是对计算机的所有硬件资源（如存储器、输入输出单元）进行控制调配、执行通用运算的核心硬件单元；同时，计算机系统中所有软件层的操作，最终都将通过指令系统映射为 CPU 的操作。

从硬件层面，CPU 中的硬件系统主要是为了实现每一条指令的功能，解决指令之间的连接关系，因此指令系统是计算机硬件的语言系统，其决定了计算机的基本功能。而指令系统需要通过处理器核进行实现，最终形成芯片产品。

从软件层面，软件是由按一定规则组织起来的许多条指令组成，完成一定的数据运算或者事务处理功能。而操作系统是管理电脑硬件与软件资源的程序，能够在硬件管理中处于支配地位；应用软件是利用计算机解决某类问题而设计的程序的集合，需要依赖于操作系统的支持才能运行；只有具备操作系统等关键基础软件的开发能力，才能为搭建全新的基于该指令系统的应用软件生态提供支撑。

综上，CPU 生态包含软硬件两个方面，从指令系统出发，（1）硬件上通过 IP 核形成芯片，并最终用于板卡、整机厂商等不同领域的应用终端；（2）软件上形成包括操作系统、编译器、Java、.NET 等基础软件，最终实现应用于政企、教育、能源、交通等不同领域的应用软件。CPU 生态体系是硬件和软件的结合，是产业上下游交互的产物，因此生态壁垒一旦建立便是长期稳定牢固的。

图 45：生态体系层次



资料来源：《龙芯生态白皮书（2022年）》（发布时间：2023年3月），德邦研究所

龙芯：自下而上打通层层壁垒，完善自身生态体系

→ 整机维度

强化与整机客户的合作粘性，主打龙芯 CPU 整机产品的成本优势。

（1）**工控领域：**充分发挥龙芯掌握底层技术的优势，不断完善龙芯 CPU 和嵌入式操作系统平台，支持行业 ODM 和整机客户基于龙芯 CPU 开发工控产品，基于 5000 系列芯片推动网安和工控应用走向中高端市场。研制打印机、五金电子、流量表等重点应用整机解决方案，定制专用芯片，形成特定领域的开放市场竞争能力。

（2）**信息化领域：**在掌握 CPU 和操作系统能力的基础上，形成 PC 和服务 器主板 ODM 能力，通过系统优化和重构产业链，大幅降低整机成本，推动形成 Windows 兼容的浏览器和 Windows 兼容的打印机驱动等龙芯生态优势，有效提高了龙芯 CPU 在政策性市场的竞争力。结合特定应用需求，基于龙芯 CPU 掌握了服务器 BMC、存储服务器、行业终端、国密云等解决方案，在此基础上通过硬件定制、软件定制、产业链定制等“三个定制”大幅提升性价比，积累面向开放市场的竞争力。

龙芯生态圈拓展卓有成效，新品发布获整机厂商广泛支持。在 23 年 11 月举行的“2023 龙芯产品发布暨用户大会”上，50 余家合作伙伴发布基于龙芯 3A6000 的桌面计算机、笔记本、板卡、存储产品、网络安全设备、工业控制计算机等产品，其中包括同方计算机、浪潮计算机、联想开天、上海华硕等知名厂商；12 家打印机厂商与龙芯中科签订协议，基于龙芯 2P0500 芯片及打印机、扫描仪、复印机等多种解决方案，完成打印、扫描、复印等多种应用适配，共建国产打印机新生态。

图 46: 基于龙芯 3A6000 处理器的整机产品发布仪式



资料来源: 2023 龙芯产品发布暨用户大会, 公司官微, 德邦研究所

图 47: 共建打印机创“芯”版图合作签约仪式



资料来源: 2023 龙芯产品发布暨用户大会, 公司官微, 德邦研究所

→操作系统维度

自研操作系统 Loongnix 和 LoongOS, 凭自主能力补齐生态环节缺失。龙芯形成了面向信息化应用的基础版操作系统 Loongnix 和面向工控类应用的基础版操作系统 LoongOS。在此基础上, 结合龙芯 CPU 结构对 BIOS、Linux 内核和三大编译器 (GCC、LLVM、GoLang)、C 库等进行磨合。龙芯基础版操作系统 Loongnix 经过多轮应用迭代, 功能持续丰富, 性能、兼容性与稳定性不断提高, 产品成熟度已达到市场主流水平。

通过统一系统架构标准规范, 龙芯平台的操作系统和基础软件实现了跨整机兼容与 CPU 代际兼容。2022 年至今, 公司研制了支持 UEFI 标准的固件, 支持 ACPI、SMBIOS 等国际标准, 实现了对最新一代 CPU 和桥片的支持。持续制定和发展龙芯统一系统架构标准规范, 实现操作系统跨整机兼容和 CPU 代际兼容, 达到“任意一套龙芯操作系统均可以安装在不同厂商不同时期的龙芯整机上”的目标。

→开发环境维度

开发环境更为复杂, 合作伙伴给予龙芯以生态支持。用户环境中现有的信息化系统采用不同的 API 开发, 因此在向龙芯平台进行迁移时要考虑不同的兼容性和迁移策略。结合龙芯 CPU 结构, 公司对包括三大虚拟机 (Java、JavaScript、.NET)、浏览器、OpenGL、媒体播放、显控中间件等在内的重要应用程序编程接口模块和功能模块进行完善, 对 Spice、KVM、Docker 等虚拟机系统进行迁移和优化, 联合合作伙伴对版式文件和流式文件进行迁移和优化。

图 48: 2022 年 LoongArch 生态重点成果



资料来源:《龙芯生态白皮书(2022年)》(发布时间:2023年3月),德邦研究所

龙芯:龙架构获权威认证,国际开源软件社区持续构筑影响力

公司积极参与国际开源软件社区工作。2022年,公司基于LA架构的国际开源软件生态建设取得了决定性进展。LA架构已得到开源软件界广泛认可与支持,正在成为与X86、ARM并列的顶层开源生态系统。经国际开源软件界管理“软件指令集架构标识符”的权威机构GNU组织的分配,LA架构获得了编号为258的专属指令集架构标识(即ELF可执行文件的ELFMachine编号,用于标识软件所基于的指令集架构)。截至2022年末,Linux内核、GCC编译器、Glibc库、LLVM编译器、Go编译器、QEMU系统、V8 Javascript引擎、.NET编程框架、FFmpeg视频加速库等大量重要基础软件社区都已经发布了支持LA架构的正式版本,原生支持LA架构的开源软件项目已超过百个,全年向国际开源社区贡献了超过50万行的源码。

图 49: 关键技术领域的开源社区对 LoongArch 架构的支持

社区	首次支持LA架构的版本	发布时间
Linux	5.19	2022年6月
GCC	12.1	2022年5月
Binutils	2.38	2022年2月
Glibc	2.36	2022年8月
QEMU	7.1	2022年8月
LLVM	16.0	2023年3月
Golang	1.19	2022年8月
Rust	1.71	2023年7月
.Net	7.0	2022年4月
V8	9.5	2021年8月
FFmpeg	5.0	2022年1月

- 开源软件基石Linux内核**
 - 持续支持龙芯全系列CPU和桥片
- 开源世界两大支柱性编译器**
 - GCC/LLVM支持LoongArch全量指令集和特性
- 新兴与传统编程语言**
 - Rust、Golang、Pascal等全面支持LoongArch
- 主流应用开发框架**
 - Nodejs、.Net社区等支持龙芯
- 视频图形图像领域性能库**
 - 实现各向量位宽的汇编优化

资料来源:公司 bilibili 官方账号,德邦研究所

图 50: LoongArch 在国际开源软件生态中的“身份编号”



资料来源:公司 bilibili 官方账号,德邦研究所

图 51：国际开源软件社区中的 LoongArch 架构生态



资料来源：《龙芯生态白皮书（2022 年）》（发布时间：2023 年 3 月），德邦研究所

23H1，LA 架构基础软件的生态建设已经从夯实基础迈入全面发展的新阶段。 LLVM 编译器社区、Rust 编程语言社区等基础软件社区相继在其最新发布版本中首次实现了对 LA 架构的完善支持，内核、GCC、Binutils 工具链等基础软件社区在最新版本中实现了对向量、虚拟化、同时多线程等 LA 架构高级特性的支持。到 23H1 末，原生支持 LA 架构的国际开源软件项目社区已达到数百个。操作系统社区和企业已经可以基于上游社区的版本直接研发 LA 架构的操作系统发行版。

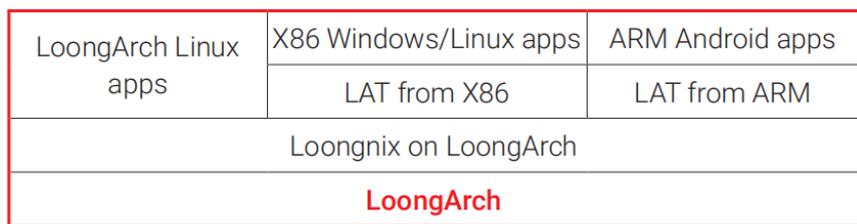
在 23 年 11 月举行的“2023 龙芯产品发布暨用户大会”上，公司披露开源软件工作的最新进展，龙架构已成为与 X86、ARM 并列的开源软件世界顶层指令集架构。Linux 内核、GCC 编译工具链、LLVM 编译器、Go 语言、Rust 语言、QEMU 系统、V8 JavaScript 引擎、.NET 编程框架、FFmpeg 音视频编解码加速库等大量重要的开源软件社区都已经以较高级别和较完善的程度实现对龙架构的支持。基于这些开源软件社区发布的软件版本，可以直接构建龙架构的操作系统发行版。公司累计向近 200 个国际开源软件项目社区贡献超百万行源码。大量国内外开发者也加入龙架构的开源生态建设中，为开源社区龙架构版本开发做出重要贡献。龙架构的基础软件发展已经深度融入国际开源软件生态体系。

龙芯：持续优化二进制翻译技术，与竞争对手生态兼容

LoongArch 指令系统充分考虑兼容生态的需求，依托研发团队在二进制翻译方面十余年的技术积累创新，可实现跨指令平台应用兼容，通过指令系统的创新设计大幅度降低跨指令系统二进制翻译过程中的性能损失。

战略目标兼容国际主流生态体系，借助二进制翻译开拓市场。目前龙芯 X86/Linux 的二进制翻译趋于稳定，可运行绝大多数 X86/Linux 应用，如办公软件、EDA、娱乐软件等。据公司 2023 年 11-12 月投关记录，X86/Windows 的打印机、IE 浏览器兼容问题基本解决，正在做通用平台，最近有很多应用可用且比较流畅，公司目标 1-2 年后可以流畅运行绝大多数 X86/Windows 应用，走向商用市场；此外，龙芯下一代处理器将完善对二进制翻译的支持，如 X87 的 80 位浮点指令。公司下一步目标要在龙芯平台上运行 ARM/Android 应用（已经开始部署），致力于通过指令系统的创新“消灭”指令系统差异。

图 52：龙芯二进制翻译架构



资料来源：《龙芯生态白皮书（2022 年）》（发布时间：2023 年 3 月），德邦研究所

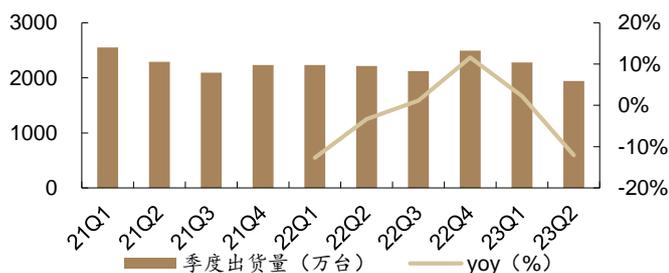
3.3. 四“点”发力，面向开放市场细分领域各个击破

2022 年以来，公司重点部署和形成了四个“点”的方向：包括面向五金电子应用的 MCU、面向打印机应用的 SoC、存储服务器和云终端系统解决方案等。选准软件生态壁垒不高的重点应用，通过解决方案带动，发挥自主研发的优势，取得具有市场竞争力的性价比。

3.3.1. 打印机市场：推动国产打印机良性发展生态

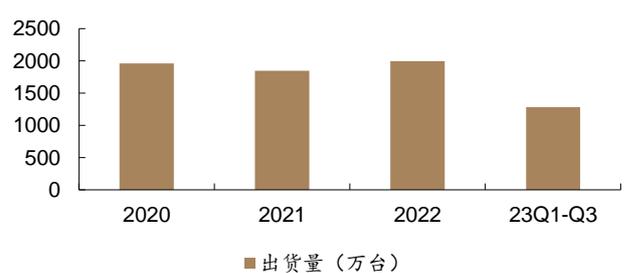
全球打印机市场空间广阔，国内市场 23Q3 受经济下行影响。根据 IDC 数据，2021/2022 年全球打印机出货量分别为 9176/9059 万台，出货量水平相对较为稳定；2021/2022 年中国打印机出货量分别为 1845/1996 万台。2023 年，全球经济下行，用户消费降级，采购周期延长，导致采购需求有明显下滑。2023 年前三季度中国打印机出货量约为 1284.47 万台；23Q3 中国打印外设市场出货量为 369.7 万台，同比下降 20.5%，环比下降 6.6%。

图 53：全球打印机季度出货量



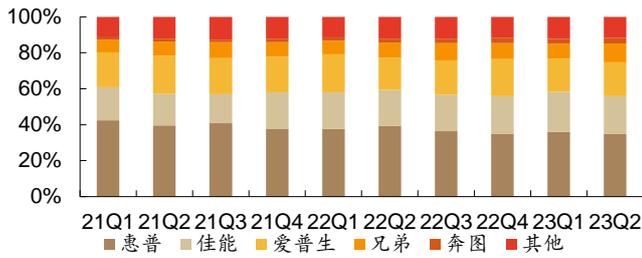
资料来源：IDC，再生时代大办公公众号，德邦研究所

图 54：中国打印机年度出货量



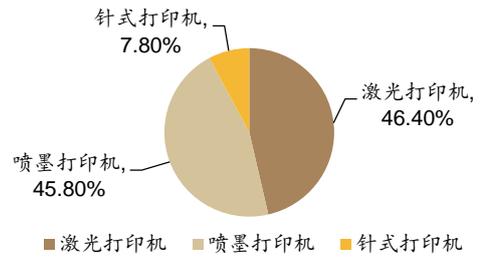
资料来源：IDC，中商产业研究院，德邦研究所

图 55: 全球打印机市场结构 (按出货量)



资料来源: IDC, 再生时代大办公公众号, 德邦研究所

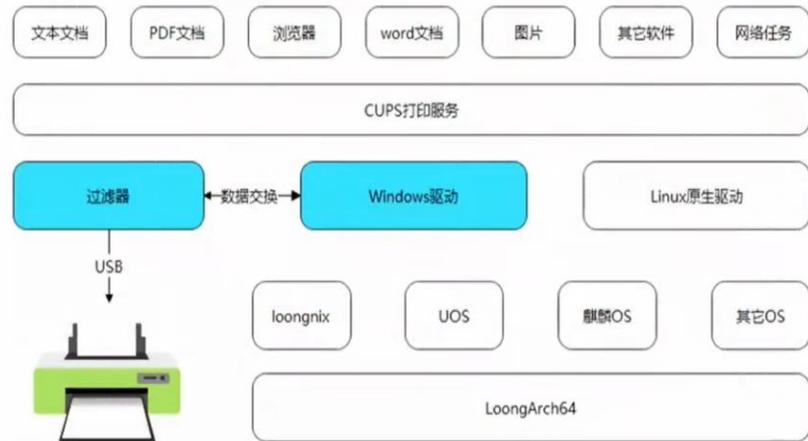
图 56: 23Q3 中国打印机市场结构 (按出货量)



资料来源: IDC, 中商产业研究院, 德邦研究所

龙芯打印驱动破解困扰 Linux 桌面几十年的打印机驱动问题, 通过不断自主创新已在打印机领域超过 X86 和 ARM 的桌面办公生态水平。多数打印机只有 Windows 驱动, 没有 Linux 驱动。X86 电脑安装 Linux 操作后大量打印机不能识别。龙芯在 Linux 系统上, 通过 Windows 打印机驱动架构+从 X86/Windows 到 LA/Linux 的二进制翻译两大技术解决这一问题, 在龙架构的 Linux 平台上可以驱动 95% 以上打印机。

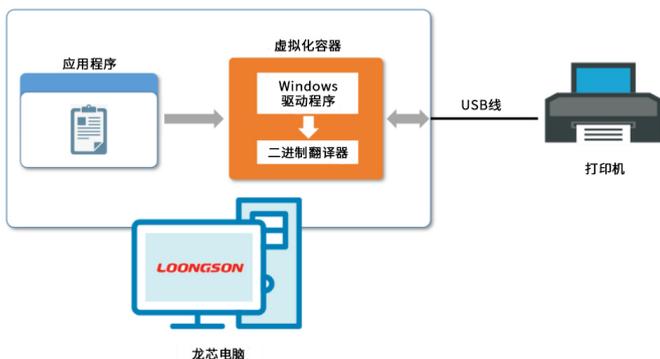
图 57: 龙芯打印机驱动



资料来源: 公司 bilibili 官方账号, 德邦研究所

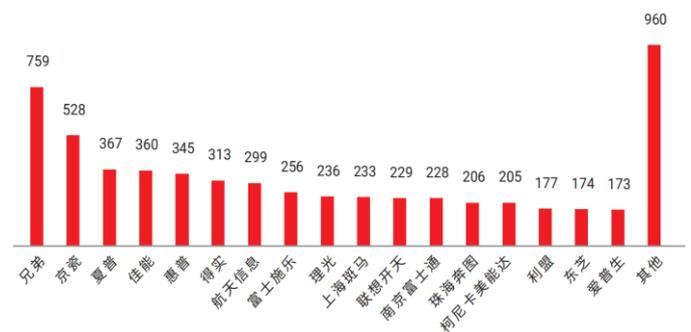
龙芯桌面电脑支持国内外主流打印机型, 打印机利旧通过率超过 95%。公司已覆盖大部分常用打印机型, 惠普、佳能、联想、奔图等几十个品牌, 6000 多个打印机型号。“龙芯打印驱动引擎”已在统信和麒麟商店上架, 用户可以实现一键安装、快速配置驱动程序。

图 58: 龙芯办公外设利旧通用解决方案



资料来源: 公司官微, 德邦研究所

图 59: 龙芯支持打印机利旧种类和数量



资料来源: 《龙芯生态白皮书 (2022 年)》(发布时间: 2023 年 3 月), 德邦研究所

龙芯于 23Q4 的产品发布大会上，正式推出适用于单/多功能打印机的主控 SoC——2P0500。该芯片采用异构大小核结构，集成 DDR3 内存、GMAC、OTG 等多种功能模块，具有打印数据接收、解析和处理，打印引擎控制，扫描时序控制，数据扫描，图像处理，马达控制等功能，单芯片即可满足打印、扫描、复印等多种典型应用需求。公司共与 12 家打印机厂商签订协议，共建国产打印机新生态。

广泛适配，推动国产打印机良性发展生态。公司与长城、汉光、汉图、立思辰、光电通、恒科、联想等国内主要打印机厂商基于龙芯 2P0500 开展广泛的应用开发。适配机型包括 A4 单色打印机和 A4 平板式一体机，打印速率涵盖 14ppm、20ppm、30ppm、40ppm 等机型，并完成与中标麒麟、银河麒麟、统信、深度、普华、windows xp、windows7、windows10、windows11 各版本系统的适配。其中，基于 2P0500 的自主打印机 A4 幅面黑白 30ppm 速打打印机已进入小批量产阶段；平板式一体机进入小批验证阶段，预计 2023 年年底完成量产；彩色打印机和多功能一体机（ADF）也在同步原型机研发。

图 60：龙芯 2P0500 部分机型



资料来源：公司官微，德邦研究所

国内打印机主控芯片市场中的竞争对手为打印机终端厂商纳思达旗下的极海微电子。其在 2018 年自主研发并量产了国产 CPU 打印机主控 SoC 芯片，CPU 核心采用平头哥自研的基于 C-SKY 架构（中天微推出的基于 RISC-V 指令集的架构）的玄铁 8 系列 CPU。与龙芯打印机主控 SoC 相比，龙芯基于自主指令集 LoongArch，从 CPU 指令集、CPU 核设计、CPU 外围设计方面实现全自研，在自主可控程度上更为领先。

表 5：可比公司打印机主控 SoC 芯片性能

公司名称	产品型号	处理器	打印速度	打印分辨率	彩色扫描速度	图像处理硬件	安全 IP	操作系统
纳思达 (极海微电子)	HSP2210	平头哥玄铁 CPU: 1 颗玄铁 810 1 颗玄铁 803 1 颗玄铁 802	35ppm(黑白)	600*600dpi (A4)	-	JBIG 编解码器 (兼容 T.82/T.85)	AES, DES, SHA, SM2/4 等	Linux
纳思达 (极海微电子)	HSP2220	平头哥玄铁 CPU: 1 颗玄铁 810 1 颗玄铁 802 2 颗玄铁 803	80ppm(黑白)	1200*1200dpi (A4)	40spm	JBIG 编解码器, 兼容 T.82/T.85; JPEG 编解码器, 兼容 T.81	AES, DES, SHA, SM2/4 等	Linux

资料来源：极海微电子官网，德邦研究所

3.3.2. 服务器市场：“纵横结合”成效显著

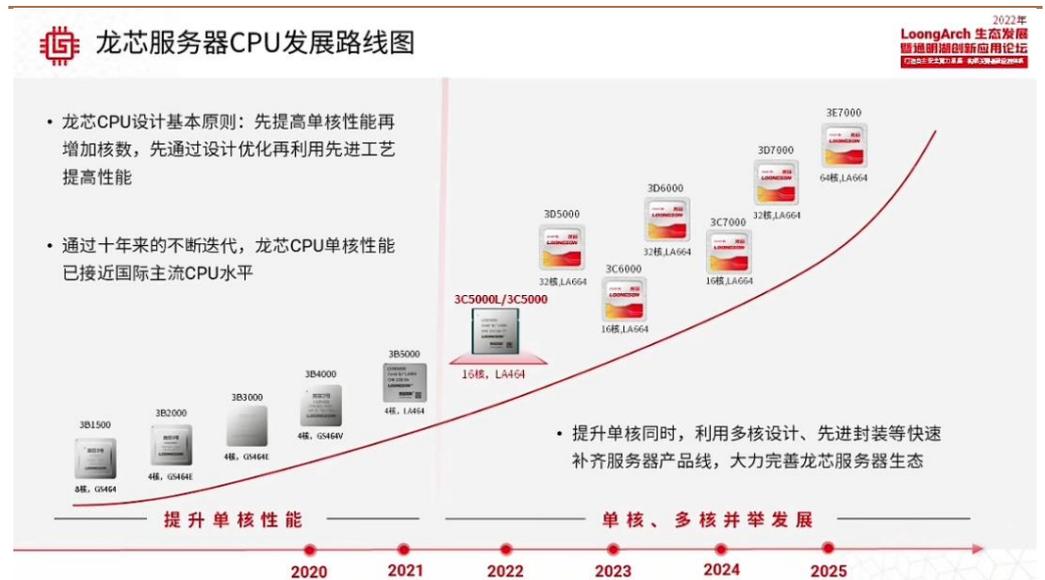
服务器业务属于公司增量业务，基于单核性能的长年积累与沉淀，开始发力服务器市场。公司在过去大概 10 年左右的时间内一直专注于提升单核通用处理器的性能，2021 年在系统掌握了单核通用处理器和操作系统的的核心技术的基础上，公司开始发力服务器芯片。公司目前聚焦在存储服务器业务主要是基于两方面考虑：1) 服务器是面向开发者的，操作系统一般都是基于 Linux；在特定行业中，应用是比较固定的；这两点就决定了相对 PC 来说服务器的生态壁垒不高。2) 服务器市场中，存力的需求确实非常大，市场空间是很乐观的。在服务器领域龙芯可以充分发挥产品性价比的优势，随着产品的不断迭代更新，不断增强服务器产品市场竞争力。

2022 年龙芯中科发布服务器处理器 3C5000，逼近市场主流产品性能；并已研制成功 32 核 3D5000（两片 3C5000 封装）。23H1，公司解决方案业务中的服务器解决方案销量明显增加，贡献收入超过 1 亿元。23Q1-Q3，公司服务器产品主要是 5000 系列，带动了产业链的发展，据公司投关记录表，某整机客户基于龙芯芯片推出的服务器整机产品在重要的行业招标中取得了不错的成绩。

龙芯 3C5000：16 核心单芯片 unixbench 分值 9500 以上，双精度计算能力达 560GFlops，16 核处理器峰值性能与典型 ARM 64 核处理器的峰值性能相当，并支持最高 16 路互连，搭配新一代龙芯 7A2000 桥片，PCIe 吞吐带宽比上一代提升 400% 以上。可满足通用计算、大型数据中心、云计算中心的计算需求。该处理器通过芯片级安全机制可为等保 2.0、可信计算、国密算法替代、网络安全漏洞防护等提供 CPU 级内生支持。

展望未来，公司将推出 16 核 3C6000（12nm）、32 核 3D6000（两片封装）以及 64 核 3E6000（四片封装），提高 CPU 核性能，提高访存带宽，提升互连及 IO（集成 PCIe）性能。

图 61：龙芯服务器 CPU 发展路线图



资料来源：2022 年 LoongArch 生态发展暨通明湖创新应用论坛，芯东西，德邦研究所

4. 盈利预测与投资建议

4.1. 盈利预测

1、工控类芯片：由于政策推动相关产业环境持续向好，以及公司推出的工控类芯片产品的拓展性、应用领域细分市场的丰富性增加，19/20/21 年工控类芯片销售收入同比增长 29.43%/25.20%/74.39%，带动营收稳步增长。2022 年，在外需不足、内需不振的背景下，中国工业自动化行业整体表现不佳，公司工控类芯片实现营收 2.76 亿元，同比减少 6.70%。23H1 部分高质量等级产品所处的特定行业因该行业内部管理原因采购暂时性中止，导致工控类芯片业务营收同比减少 36.76%。我们预测公司工控类芯片随着下游行业需求逐步回暖，盈利能力有望逐步上升，我们预计公司工控类芯片 2023-2025 年营收有望达到 2.14/2.66/3.13 亿元，毛利率有望达到 72%/75%/77%。

2、信息化类芯片：公司信息化类芯片主要为应用于关键信息基础设施领域的桌面和服务器。公司陆续推出 3A3000 系列、3A4000 系列芯片产品，性能成倍提升，2020 年信息化类芯片销售实现了爆发式增长，同比增速达到 211.39%，实现营收 7.91 亿元。21H2 信息化类芯片向 3A5000 系列切换，由于使用 LoongArch 指令系统，整机厂商和操作系统厂商需要时间磨合，因此 2021 年信息化类芯片销售收入同比减少 16.94%。2022 年，由于电子政务市场停滞，公司信息化芯片业务实现收入 1.88 亿元，同比减少 71.43%。23H1 政策性市场新一轮采购尚未规模性启动，政策性市场需求减少，公司 23H1 信息化芯片营收同比减少 54.91%。根据公司 23Q4 公告，政策性市场已经能看到一些向好的趋势，23Q4 应该会有所好转。未来从党政、行业及教育领域来看，PC、终端、服务器业务整体的市场规模仍然可观。公司持续以党政和相关行业为重点，同时会重点布局教育领域。我们预计公司信息化类芯片 2023-2025 年营收有望达到 1.26/3.79/6.83 亿元，毛利率分别为 15%/23%/35%。

3、解决方案：公司解决方案业务随着公司客户基础扩大、客户关系加深而不断增加，也受到客户具体需求、项目验收进度等因素影响。2019-2023H1，公司解决方案收入同比增长 148.79%/27.71%/104.66%/10.14%/85.39%，持续保持增长态势。2022 年以来，公司战略部署以解决方案带动芯片销售，借助性价比打开市场，23H1 公司服务器解决方案销量明显增加，贡献收入超过 1 亿元。我们预计公司解决方案业务 2023-2025 年营收有望达到 3.53/4.44/5.11 亿元，毛利率分别为 28%/35%/40%。

表 6：龙芯中科营收及毛利率预测

	2018	2019	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
营收(百万元)	193.24	485.63	1082.32	1201.25	738.66	695.11	1091.34	1509.54
工控类芯片	104.52	135.28	169.38	295.39	275.60	214.21	265.62	313.44
信息化类芯片	50.01	253.92	790.68	656.73	187.64	126.48	379.43	682.97
解决方案	38.16	94.95	121.26	248.17	273.32	352.67	444.36	511.02
其他	0.55	1.48	1.01	0.97	2.10	1.75	1.92	2.12
营收同比		151.30%	122.87%	10.99%	-38.51%	-5.90%	57.00%	38.32%
工控类芯片		29.43%	25.20%	74.39%	-6.70%	-22.27%	24.00%	18.00%
信息化类芯片		407.72%	211.39%	-16.94%	-71.43%	-32.60%	200.00%	80.00%
解决方案		148.79%	27.71%	104.66%	10.14%	29.03%	26.00%	15.00%
其他		170.72%	-32.09%	-3.64%	116.25%	-16.52%	10.00%	10.00%
毛利率	62.65%	57.29%	48.73%	53.75%	47.09%	39.16%	40.54%	45.40%
工控类芯片	79.16%	78.29%	74.62%	76.08%	75.91%	72.00%	75.00%	77.00%
信息化类芯片	45.04%	50.11%	44.18%	44.61%	21.40%	15.00%	23.00%	35.00%
解决方案	40.00%	45.89%	41.75%	51.45%	35.90%	28.00%	35.00%	40.00%
其他				27.84%	16.90%	15.00%	20.00%	25.00%

资料来源：Wind，公司公告，德邦研究所测算

4.2. 投资建议

我们选取海光信息、澜起科技、景嘉微与寒武纪作为可比公司。可比公司 2023-2025 年平均 PS 倍数为 31/20/15，我们预计公司 2023-2025 年营业收入为 6.95/10.91/15.10 亿元，对应当前 PS 倍数为 54/34/25X。考虑到公司作为国内稀缺的自主指令集 CPU 设计公司，第二轮转型期依靠“点面结合、纵横结合”的方针逐步进入开放市场，有望打开第二成长空间，故可享受一定估值溢价，首次覆盖给予“买入”评级。

表 7：可比公司估值情况

公司名称	收盘价 (元)	总市值 (亿元)	营业收入 (亿元)			PS (X)		
			2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
海光信息	65.41	1,520.35	59.61	84.25	113.03	26	18	13
澜起科技	55.59	633.03	22.27	41.48	53.74	28	15	12
景嘉微	63.15	288.85	11.27	17.29	24.27	26	17	12
寒武纪-U	117.15	488.04	11.26	15.38	20.44	43	32	24
		平均值				31	20	15
龙芯中科	93.82	376.22	6.95	10.91	15.10	54	34	25

资料来源：Wind，德邦研究所

注：收盘价信息截至 2024 年 1 月 12 日，海光信息、澜起科技、寒武纪、龙芯中科采用德邦预测数据，景嘉微采用 Wind 一致预期数据

5. 风险提示

业绩大幅下滑或亏损的风险：集成电路设计企业的经营业绩受下游市场波动影响较大。如果公司不能及时提供满足市场需求的产品和服务，或下游市场需求发生重大不利变化，公司可能面临业绩下滑的风险。政策性相关业务受相关政策及市场波动影响较大，当需求大幅降低或延后时，公司将面临业绩下滑的风险。

市场竞争风险：公司致力于打造独立于 Wintel 体系与 AA 体系的自主生态体系，可能引起竞争对手的高度重视，使得行业竞争加剧。公司面临市场竞争加剧的风险。公司基于信息系统和工控系统两条主线开展产业生态建设，产品主要销售于关键信息基础设施自主化领域。在全球计算机领域，CPU 商用市场基本被 Intel、AMD 两家占据，面对龙头企业带来的竞争压力，公司可能在激烈的行业竞争中处于不利地位。

宏观环境风险：美国不断出台针对中国高科技半导体企业的出口管制政策，经济全球化受到较大挑战，对全球半导体市场和芯片供应链稳定带来不确定风险。可能对公司的生产经营造成不利影响。美国商务部网站于当地时间 2023 年 3 月 2 日公布信息将公司列入“实体清单”。根据美国《出口管制条例》等相关法律法规的规定，被列入“实体清单”的企业，采购该条例管制的产品和技术，供应商需事先获得美国商务部的出口许可。

知识产权纠纷的风险：公司所从事的处理器及配套芯片设计业务涉及大量的知识产权及各种知识产权相关的许可、授权、转让等。其通常较为复杂，涉及境内、外多个法域，适用范围、使用方式、可执行性甚至有效性都可能遇到法律挑战，其中一些可能会演变为诉讼、仲裁、调查、制裁、保全措施等法律程序。在涉及该等法律程序时，公司有可能因此而支出高额法律费用开支。更进一步的，由于该等法律程序通常涉及境内外多个法域，时间周期较长，亦有可能被各种法律或法律之外的因素所影响，当该等法律程序的最终结果对公司不利时，则有可能导致公司面临向对方或与该等知识产权有关的第三方支付违约金、知识产权授权费用、损害赔偿、罚金等，也有可能导致公司的知识产权或相关权利、授权被宣告无效或撤销，还有可能对公司的名誉造成影响。

财务报表分析和预测

主要财务指标	2022	2023E	2024E	2025E
每股指标(元)				
每股收益	0.14	-0.37	0.08	0.47
每股净资产	9.70	9.32	9.42	9.90
每股经营现金流	-1.92	-0.63	-0.44	-0.16
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
价值评估(倍)				
P/E	610.36	—	1,114.51	199.11
P/B	8.81	10.06	9.96	9.48
P/S	50.93	54.12	34.47	24.92
EV/EBITDA	301.03	-468.79	421.56	162.51
股息率%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
盈利能力指标(%)				
毛利率	47.1%	39.2%	40.5%	45.4%
净利润率	7.0%	-21.6%	3.1%	12.5%
净资产收益率	1.3%	-4.0%	0.9%	4.8%
资产回报率	1.2%	-3.5%	0.8%	4.1%
投资回报率	-0.4%	-4.0%	0.9%	4.7%
盈利增长(%)				
营业收入增长率	-38.5%	-5.9%	57.0%	38.3%
EBIT 增长率	-104.6%	-1494.1%	120.4%	459.8%
净利润增长率	-78.1%	-390.2%	122.5%	459.8%
偿债能力指标				
资产负债率	10.9%	12.0%	12.7%	13.6%
流动比率	10.4	8.8	8.2	7.5
速动比率	7.4	5.8	5.2	4.6
现金比率	2.0	0.6	0.2	0.1
经营效率指标				
应收帐款周转天数	271.2	327.4	221.2	185.8
存货周转天数	544.9	705.0	524.6	460.8
总资产周转率	0.2	0.2	0.3	0.3
固定资产周转率	2.3	2.2	3.5	5.1

现金流量表(百万元)	2022	2023E	2024E	2025E
净利润	52	-150	34	189
少数股东损益	0	0	0	0
非现金支出	146	77	68	71
非经营收益	-38	-113	-74	-79
营运资金变动	-929	-68	-206	-245
经营活动现金流	-769	-254	-177	-65
资产	-87	-94	-41	-41
投资	-1,180	-150	0	0
其他	14	49	60	65
投资活动现金流	-1,253	-195	19	24
债权募资	0	-2	0	0
股权募资	2,439	-1	0	0
其他	-25	-7	0	0
融资活动现金流	2,415	-11	0	0
现金净流量	392	-460	-159	-41

备注：表中计算估值指标的收盘价日期为 1 月 12 日
 资料来源：公司年报 (2021-2022)，德邦研究所

利润表(百万元)	2022	2023E	2024E	2025E
营业总收入	739	695	1,091	1,510
营业成本	391	423	649	824
毛利率%	47.1%	39.2%	40.5%	45.4%
营业税金及附加	4	4	6	8
营业税金率%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
营业费用	90	90	109	136
营业费用率%	12.1%	13.0%	10.0%	9.0%
管理费用	102	111	120	136
管理费用率%	13.7%	16.0%	11.0%	9.0%
研发费用	313	382	415	483
研发费用率%	42.4%	55.0%	38.0%	32.0%
EBIT	-9	-150	31	172
财务费用	-7	0	0	0
财务费用率%	-1.0%	0.0%	0.0%	0.0%
资产减值损失	-2	-6	-5	-5
投资收益	14	42	55	60
营业利润	17	-169	12	153
营业外收支	17	19	19	19
利润总额	34	-150	31	172
EBITDA	112	-80	89	231
所得税	-18	0	-3	-17
有效所得税率%	-52.6%	0.0%	-10.0%	-10.0%
少数股东损益	0	0	0	0
归属母公司所有者净利润	52	-150	34	189

资产负债表(百万元)	2022	2023E	2024E	2025E
货币资金	696	236	77	37
应收账款及应收票据	677	663	779	901
存货	746	911	981	1,129
其它流动资产	1,523	1,624	1,677	1,718
流动资产合计	3,642	3,434	3,514	3,785
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	326	316	303	286
在建工程	6	3	3	3
无形资产	99	104	109	118
非流动资产合计	727	815	812	807
资产总计	4,368	4,250	4,326	4,592
短期借款	0	0	0	0
应付票据及应付账款	258	270	303	348
预收账款	0	0	0	0
其它流动负债	91	119	126	155
流动负债合计	349	389	429	503
长期借款	0	0	0	0
其它长期负债	128	121	121	121
非流动负债合计	128	121	121	121
负债总计	478	511	550	624
实收资本	401	401	401	401
普通股股东权益	3,891	3,739	3,776	3,969
少数股东权益	0	0	0	0
负债和所有者权益合计	4,368	4,250	4,326	4,592

信息披露

分析师与研究助理简介

陈海进，德邦证券所长助理兼 TMT 组组长、电子首席分析师，8 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。

陈瑜熙，电子行业研究员，凯斯西储大学硕士，曾任职于方正证券，覆盖半导体模拟 IC、数字 IC、射频 IC 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范围包括证券投资咨询业务。