

国产处理器现状调研报告

作者：陈朴炎 学号：2021211138

摘要：处理器（CPU）作为计算机系统的核心组件，直接影响着计算机的性能和应用效果。然而，长期以来，全球处理器市场主要由国外厂商主导，国产处理器的自主研发和应用相对较少。为了提高我国在信息技术领域的自主创新能力和核心竞争力，国家相继启动了一系列重大科技计划，如“泰山计划”、“863 计划”和核高基专项，以推动国产 CPU 的发展。在政策的支持下，一批优秀的国产 CPU 厂商如鲲鹏、飞腾、龙芯、兆芯、申威等迅速崛起，并在不同领域展现出了一定的技术实力和市场竞争力。本文旨在深入分析国产 CPU 的发展现状，探讨其在不同应用场景下的性能表现和市场份额，以期为我国信息技术产业的持续发展提供参考和指导。

关键字：国产处理器、自主创新、市场份额、技术特点、发展趋势

1 国产处理器市场概览

随着中国政府出台一系列鼓励政策、国际局势的逐步稳定以及新兴领域如 5G 和物联网的持续蓬勃发展，中国 CPU 行业正面临着前所未有的机遇和挑战。在高性能、低功耗、集成度高的 CPU 需求持续增加的趋势下，中国 CPU 市场呈现出稳步增长的态势。预计到 2027 年，中国计算机 CPU 市场规模有望突破 5109.49 亿元，这一数字不仅体现了行业的发展潜力，也凸显了国产 CPU 在满足市场需求和技术创新方面的持续努力和成果

1.1 国产 CPU 行业竞争格局

中国计算机 CPU 行业的竞争格局呈现出多层次特点，市场主要由海光信息、

海思半导体、上海兆芯、龙芯中科等领军企业主导，这些企业拥有强大的融资能力和技术积累，在市场拓展和产品研发方面具备明显优势。

其次是飞腾信息、北京君正、炬芯科技等企业，虽然面临产品同质化挑战，但其具备良好的研发和创新能力。此外，还有新兴企业如平头哥、国芯科技、申威科技等，在特定领域展现出独特优势。整体而言，中国 CPU 行业竞争格局逐渐形成了以领军企业为核心，辅以中游和新兴企业的多层次发展态势，各企业在不同领域积极探索，以提升市场份额和技术实力。

1.2 国产 CPU 处理器市场分析

对比指标	海光	龙芯	鲲鹏	飞腾	兆芯	申威
架构来源	IP 授权	自研为主	指令集授权	指令集授权	IP 授权	自研+指令集授权
代表产品	海光 1 号 海光 2 号 海光 3 号 海光 4 号	龙芯 1 号 龙芯 2 号 龙芯 3 号	鲲鹏 920	腾云 S 系列 腾锐 D 系列 腾珑 E 系列	ZX-C ZX-D KX-6000 KX-7000 KH-20000	SW1600 SW1610 SW26010
产品领域	服务器	桌面、服务器	服务器、桌面、嵌入式	服务器、桌面、嵌入式	服务器、桌面、嵌入式	服务器、桌面
应用市场	党政+商用	党政	党政+商用	党政+商用	党政+商用	军方+党政
优势	X86 最新授权、性能较强、生态丰富	起步最早、适配厂商多、自主程度高	ARM 前景广阔，产品线丰富、性能最强、产品覆盖领域接受度高	ARM 前景广阔，产品线缝隙，性能不断提升，架构层级授权自主化程度高	上海地区覆盖广，X86 应用生态丰富	在军方市场占有率高，底层应用、超算为主力方向
劣势	自主化程度低；股权结构复杂；无桌面授权	MIPS 生态应用匮乏、性能一般，不利于商用市场拓展	受制裁中、未来充满不确定性	产品起步晚，性能相对弱势	早期的 x86 内核层级授权，市场开拓不足	超算为主要方向，商用产品开发不足
实际应用	国家级超算项目	玲珑、逸珑、福	华为服务器	天河一号、天河二号、	笔记本、服务器、	神威蓝光、神威-太湖之

		珑、北斗 卫星导航		天河三号	火星舱存 储统	光
代工厂	格罗方 德、三星	意法半导 体	台积电	台积电	台积电	中芯国际
最小制程	14nm	28nm	7nm	16nm	16nm	28nm

表 1-1 国产处理器市场分析表

从上表中可以看出，中国 CPU 厂商在架构来源、代表产品、产品领域、应用市场、优势和劣势等方面存在着明显的差异。

海光和兆芯主要采用 IP 授权架构，而龙芯和申威则更倾向于自主研发，鲲鹏和飞腾则采用了指令集授权或自研与指令集授权相结合的方式。各厂商的产品应用领域涵盖服务器、桌面、嵌入式等多个领域，但其中一些厂商更专注于特定领域，如申威主要应用于军方市场。在优势和劣势方面，各厂商具有不同的特点，如海光和兆芯在 x86 最新授权和上海地区覆盖广方面具有优势，但其自主化程度较低，龙芯和飞腾则在自主研发和早期起步方面具有优势，但面临着 MIPS 生态应用匮乏和产品性能弱势的挑战。

此外，各厂商在实际应用中也有着不同的重点和代工厂选择，这直接影响了产品的生产效率和性能特点。

1.3 主要技术产品参数比较

处理器品 牌型号	芯片架构	主频	核心数	线程数	功耗	流水线
龙芯 3D5000	龙架构 (LoongArch)	2000MHz	32	64	160W@2.0GHz	双发射 10 级乱序流水 线
飞腾-2000	ARM64 微架构 (AArch64)	2.2GHz- 2.6GHz	4 个 FTC663 核 心 64 个核心	128	典型功耗： 10W	乱序四发射 超标量流水 线
兆芯 KX-7000	x86/x64(64bit) 架构	3.6GHz- 3.7GHz	8	8	/	/
华为鲲鹏 鲲鹏 920	Armv8.2	2.6GHz	64	128	180W	2 个访存指 令的发射队

						列
申威 1621	自研 SW-64	2.0GHz	16	32	150W	超标量流水线结构，支持乱序发射、乱序执行、推测执行
海光 7390	x86 架构	3.3GHz	32	64	110W	/

表 1-2 国产处理器参数比较表

对比龙芯 3D5000、飞腾-2000、兆芯 KX-7000、华为鲲鹏 920、申威 1621 和海光 7390 这几款处理器，可以看出它们在架构、性能和功耗等方面存在着差异。

架构方面，龙芯 3D5000 采用龙架构，拥有 32 个核心和 64 个线程，而飞腾-2000 采用 ARM64 微架构，具有 4 个 FTC663 核心和 64 个核心。兆芯 KX-7000 则采用 x86/x64(64bit)架构，拥有 8 个核心和 8 个线程。相比之下，华为鲲鹏 920 和申威 1621 分别采用了 Armv8.2 和自研 SW-64 架构，分别具有 64 个核心和 128 个线程，以及 16 个核心和 32 个线程。海光 7390 则采用 X86 架构，具有 32 个核心和 64 个线程。从架构设计来看，每款处理器都有其独特的特点和优势，适用于不同的应用场景和需求。

在性能方面，飞腾-2000 的主频在 2.2GHz 至 2.6GHz 之间，功耗仅为 10W，但具有乱序四发射超标量流水线设计，可能在多任务处理和性能表现上具有优势。而龙芯 3D5000 的功耗较高，为 160W@2.0GHz，但其双发射 10 级乱序流水线设计有助于提高处理效率和性能。兆芯 KX-7000 的主频较高，达到了 3.6GHz 至 3.7GHz，但功耗和流水线设计未提供。华为鲲鹏 920 和申威 1621 的功耗较高，分别为 180W 和 150W，但其设计了 2 个访存指令的发射队

列和超标量流水线结构，可能在内存访问和处理效率上有所优化。海光 7390 的功耗相对较低，为 110W。

综合比较龙芯 3D5000、飞腾-2000、兆芯 KX-7000、华为鲲鹏 920、申威 1621 和海光 7390 这几款处理器的架构、性能和功耗等方面，可以看出它们各有特点。飞腾-2000 在功耗方面表现突出，适合功耗敏感的场景；龙芯 3D5000 和海光 7390 在性能方面表现较为出色；兆芯 KX-7000 的主频较高；而华为鲲鹏 920 和申威 1621 在架构设计上有一定优势。

2 国产处理器技术热点及转变

2.1 Chiplet 与先进封装

Chiplet 技术是一种先进的半导体封装技术，它的核心思想是将整个芯片分解成多个独立的芯片单元，然后通过高速互连技术将它们集成到一个封装或基板上。这种技术使得不同功能模块可以独立设计、制造和测试，然后通过高密度的互连通道相互连接，从而实现高性能、高效能的集成电路系统^[1]。

这项技术的优势在于它的模块化设计。通过将整个芯片分解成独立的功能模块，每个模块可以根据需要进行优化和定制，从而实现更高的灵活性和可扩展性。此外，Chiplet 技术通常采用先进的封装技术，如 3D 封装、片上互连等，以实现芯片单元之间的高密度连接和高速通信，进一步提高了系统整体性能和效率。

国产处理器在 Chiplet 封装技术方面的技术变化正在逐步展现。Chiplet 技术将大芯片“切分”成小 die，利用互联与存储一致性技术，使得 CPU 能够容纳更多的核心。在国内，Chiplet 封装技术已经开始应用于处理器设计中，例如，飞腾原计划采用 7nm 制造工艺的腾云 S5000 由于受制于美国的技术封锁而搁置，转而采用了 14nm 工艺，并且基于 Chiplet 来实现多核构建。虽然具体细节尚不

清楚，但这标志着国产 CPU 正在积极采用 Chiplet 封装技术，以应对技术封锁和提升处理器性能的挑战。

随着 Chiplet 封装技术的应用，未来几年国产处理器在高性能市场的应用将发生深刻变化。除了处理器性能的提升，Chiplet 技术还将改变行业价值链，可能会重新定义 IP 供应商的角色。因此，国产处理器厂商将积极探索和应用 Chiplet 封装技术，以在高性能市场上保持竞争优势，并推动行业的进步和发展。

2.2 CPU 的异构

CPU 的异构架构是一种先进的处理器设计方法，它在同一芯片内部集成了不同类型或不同功能的处理核心或加速器单元。传统的 CPU 通常由相同架构和功能的处理核心组成，但随着技术的进步和应用需求的不断演变，异构架构成为了一种重要的设计趋势。这种架构的核心思想是将处理器内部的资源分配更加灵活，以适应不同类型的计算任务，从而提高处理器的性能、能效比和灵活性^[2]。

在 CPU 的异构架构中，常见的形式包括大小核设计和加速器集成。大小核设计即在同一处理器中同时集成高性能核心和节能核心，以便在不同负载下动态调整资源分配，实现能效优化。而加速器集成则是在处理器中集成特定类型的加速器单元，用于加速特定类型的计算任务，例如图形处理、媒体编解码、人工智能等，以提高处理器在这些任务上的性能和效率。

在国产处理器领域，针对 CPU 的异构架构也取得了一定的成效。以中国的龙芯、鲲鹏等厂商为例，它们在处理器设计中开始采用异构架构，以应对不同的应用场景和需求。例如，一些国产处理器在同一芯片中集成了高性能 CPU 核心和节能 CPU 核心，以实现在不同负载下的能效优化。同时，一些处理器还集成了专门的加速器单元，用于加速特定类型的计算任务，如媒体处理、AI 推理等，以提

高处理器在这些领域的性能和效率。

近年来，国产处理器在 CPU 的异构架构方面取得了一定的成效，通过采用大小核设计和加速器集成等技术手段，提高了处理器的性能、能效比和灵活性，从而更好地满足了不同应用场景下的需求。随着技术的不断进步和应用需求的不断演变，国产处理器在 CPU 异构方面的研究和创新也将持续推进，为我国的芯片产业发展注入新的活力和动力。

2.3 FPGA 领域处理器需求增长

现场可编程门阵列（FPGA）在过去十年中已成为关键的数字电路实现介质之一。它们的创造的一个关键部分在于它们的架构，它控制着它们的可编程逻辑功能和可编程互连的性质。FPGA 架构对最终器件的速度性能、面积效率和功耗质量具有巨大影响^[3]。

国产处理器在 FPGA 领域的发展目前仍处于起步阶段，与国际领先厂商存在相当大的差距。国产 FPGA 产品主要集中在 1000 万门级以下，主要用于入门或终端市场，尚未进入主流市场^[4]。然而，随着国家战略安全意识的增强以及数字化转型的推进，国产 FPGA 产品在通信、航天、军工等领域的应用逐渐增多。

与 CPU 和 GPU 相比，FPGA 的市场发展趋势较为稳定，受益于数字化转型大趋势的推动。尽管 FPGA 的市场增长主要受制于半导体行业大盘涨跌，但其在通信、数据中心、汽车 ADAS、5G 技术等领域的应用需求仍然旺盛。据市场研究机构的数据显示，全球 FPGA 市场规模在不断扩大，2021 年已超过 60 亿美元，未来几年的复合年增长率预计达到 12%至 16.4%不等。

虽然国产 FPGA 产品目前规模较小且主要集中在低端市场，但随着国家对于自主可控、保障国家战略安全的重视，国内 FPGA 产业也将迎来更多的发展机遇。

未来，国产处理器厂商可通过加强技术研发、提升产品性能和品质，拓展国产 FPGA 产品在高端市场的份额，以实现更广泛的应用和市场竞争能力。

3 个人观点

在国产处理器市场发展过程中，我认为中国的 CPU 行业正处于快速发展的阶段，取得了令人瞩目的进展。政府的政策支持为国产处理器的自主研发提供了重要保障，促进了国内 CPU 厂商的崛起。一些优秀的国产处理器厂商如鲲鹏、飞腾、龙芯等，在架构设计、性能提升和市场拓展方面取得了显著成就，展现了国产处理器的技术实力和竞争潜力。国产处理器在探索新的技术领域和应用场景方面也表现出积极性和创新精神，为中国 CPU 行业的未来发展奠定了坚实基础。

然而，国产处理器市场仍面临着一些挑战。与国外领先厂商相比，国产处理器在性能、生态建设和国际市场拓展方面还存在一定差距，需要加大研发投入和技术创新力度。技术封锁等外部因素也对国产处理器的发展带来一定影响，需要寻找应对之策。此外，国产处理器厂商还需要加强品牌建设和产品质量控制，提升在国际市场的竞争力和知名度。

4 总结

国产处理器正处于快速发展的阶段，取得了一系列令人瞩目的成就。政府的支持政策、优秀厂商的崛起以及技术创新的推动，为中国 CPU 行业的发展提供了强大动力和良好环境。然而，面对国际市场竞争和技术挑战，国产处理器仍需不断加强自主研发、品牌建设和国际合作，以提升技术实力和市场竞争力，实现更加可持续的发展。

参考文献:

- [1] Li T, Hou J, Yan J, et al. Chiplet heterogeneous integration technology—Status and challenges[J]. Electronics, 2020, 9(4): 670.
- [2] Mittal S, Vetter J S. A survey of CPU-GPU heterogeneous computing techniques[J]. ACM Computing Surveys (CSUR), 2015, 47(4): 1-35.
- [3] Kuon I, Tessier R, Rose J. FPGA architecture: Survey and challenges[J]. Foundations and Trends® in Electronic Design Automation, 2008, 2(2): 135-253.
- [4] 张玄、顾正书.2023 年 TOP50 国产处理器（CPU/GPU/FPGA/DSP/多媒体 SoC）厂商调研与市场分析报告[J].EEETimes China, 2023。