

并行作业——CPU 调研

作者：Yu XiangYou

学号：2312900

专业：计算机科学与技术

提交日期：2025 年 3 月 14 日

目录

1 引言	2
2 国产 CPU 自研历程：从筚路蓝缕到砥砺前行	3
2.1 起步阶段（20 世纪 50-70 年代）	3
2.2 发展阶段（20 世纪 80-90 年代）	4
2.3 突破阶段（21 世纪 00-10 年代）	5
2.4 质变阶段（2021 年-至今）	7
3 国产 CPU 与国际上主流的 CPU 对比	7
3.1 国产 CPU	7
4 结论与展望	9

摘要

通常来说，CPU 充当着一台计算机的“大脑”，是现代计算机系统不可或缺的一部分。自从 1946 年世界上第一台计算机诞生之初，对 CPU 的研发就一直是备受全球瞩目的议题。我国早在 20 世纪 50 年代就开始注重国产计算机和国产 CPU 的自主研发。但建国初期，我国在 CPU 领域知识储备薄弱，再加上国外技术的层层封锁，使得初期国产 CPU 的自主研发异常艰辛。然而，我国研发人员坚持不懈，凭借勤奋与创新，突破了一道道技术封锁，创造出了一代代具有我国自主知识产权、不断更新迭代的国产 CPU。诸如鲲鹏、龙芯等国产 CPU 厂商早已登上国际舞台，与 Intel、AMD 等国际厂商同台竞争。近几年，随着美国加大对我国以芯片为代表的高精尖技术的封锁，更加彰显了我国重视自研 CPU 等高精尖技术的深远意义。

简而言之，通过回顾国产 CPU 的研发历程，我们能更深刻地意识到拥有自主知识产权的重要性。未来，我们依然需要进一步加大对自研 CPU 的投入，培养专业研发人员，以应对复杂多变的国际局势。愿国产 CPU 能早日登上更高的台阶，领跑全球。

关键词：国产 CPU；研发历程；自主知识产权；国际竞争

1 引言

如今时代，计算机早已融入社会生活的方方面面，扮演着无可替代的角色。而每台计算机都离不开“大脑”与“心脏”——CPU。

在日常生活中，计算机是人类离不开的好帮手。而到了国防领域，计算机，又或者说 CPU，则是国家安全的基石。许多机密的信息都需要通过计算机运行才能发挥出作用。而 CPU 作为计算机的核心部件，如果被人恶意植入了漏洞，导致机密信息的泄露，则会极大地危害国家安全。

然而，长期以来，全球的主要 CPU 市场都被少数的国际龙头 CPU 公司所垄断。我国在 CPU 领域充满挑战，饱受技术封锁以及高高的知识产权壁垒。这都在阻止着我国向高端 CPU 的迈进，严重阻碍了我国 CPU 的发展。

而随着 2018 年“中美贸易战”的打响，美国进一步加大对中国技术出口的限制，禁止向中国出口高精度制程的芯片。这都警示着我们，如果不进一步推动国产芯片的自研化，我国的国家安全以及经济发展都将会面临严重的威胁。因此，推动国产自研 CPU 具有极其深远的意义。

2 国产 CPU 自研历程：从筚路蓝缕到砥砺前行

2.1 起步阶段（20 世纪 50-70 年代）

新中国成立初期，国际关系错综复杂。中国作为刚成立的新国家，再加上建国前就开始的与苏联的密切联系，因此遭受了以美国为首的西方国家对于中国的全方面、全领域、无时限的针对相关技术的封锁和对相关物资的禁运政策。而此时计算机作为科技领域的“新星”，已经开始慢慢走进了主流国家的视野。我国也深刻地意识到了计算机技术对国家安全、科研进步、经济发展等众多领域的深远意义。然而，我国在有关计算机领域的研究与探索孤立无援，饱受西方国家针对此领域的禁令与限制。只能在艰苦的条件下独自摸索着有关计算机、CPU 的知识。在这样的背景下，我国也深刻认识到必须依靠自身力量发展计算机技术，才能打破外部的封锁，实现国家的独立和自强。

1956 年，“十二年科学技术发展远景规划”的出台成为我国计算机事业的重要起点。一方面，国家从广大技术人员中，精心选拔优秀科研人员前往以苏联为代表的计算机技术相对先进的国家学习。另一方面，国内高等院校大力开设计算机相关专业，吸引了众多有志青年投身其中。这些都为后续 CPU 的自主研发储备了大量专业人才。

1958 年，中科院计算所的科研团队在极其艰苦的条件下，成功研制出我国第一台小型电子管通用计算机 103 机。这台运算速度仅为每秒 1500 次加法运算的计算机，虽然在性能上无法与当时的国际先进水平相比，但它标志着我国在计算机领域迈出了从无到有的关键一步，为后续计算机技术的发展积累了宝贵的实践经验。

1964 年，我国第一台自行设计的大型通用电子管计算机 109 机横空出世。109 机的运算速度达到每秒 11.5 万次加法运算。在两弹试验等国防重大项目中，109 机承担了大量复杂的计算任务，为我国的国防安全立下了汗马功劳。

1973 年，北京大学与北京有线电厂等单位携手合作，向大型集成电路电子计算机的研制发起挑战，最终成功研制出运算速度每秒 100 万次的大型集成电路电子计算机。这一成果标志着我国在计算机技术领域实现了从电子管到集成电路的跨越。

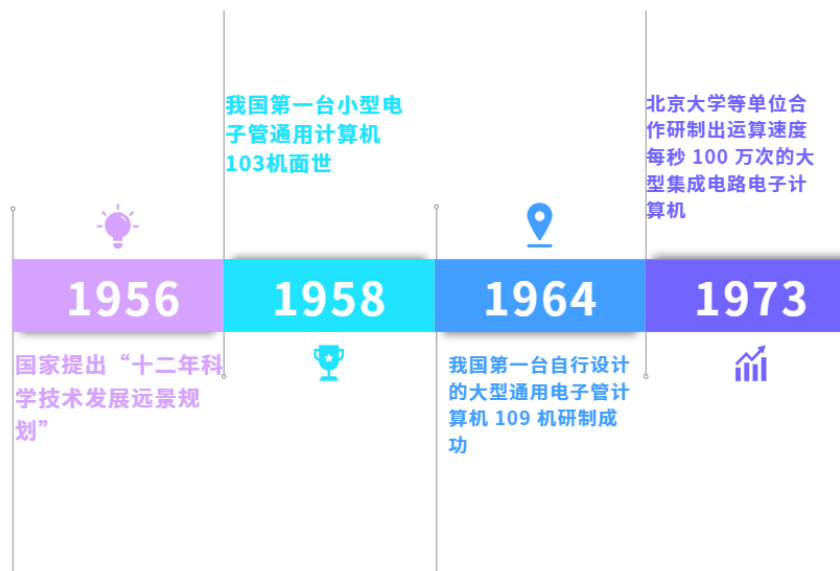


图 1: 1950-1979 国产 CPU 自研时间线

2.2 发展阶段（20 世纪 80-90 年代）

1978 年后，改革开放的春风吹到了我国的计算机领域。由于改革开放，一方面，我国得以大力引进国外的先进技术和设备，学习国外的先进生产技术；而另一方面，我们也收获了大量的海外科研人才，我国大力推进国内优秀人才到国外深造，再回国指导相关高精尖领域的产品研发。而在这个过程中，我国也深刻认识到核心技术的相关自主产权的重要性，必须牢牢掌握在自己手里。计算机关键技术 CPU 的自主研发也同样成为了我国科技发展的重要目标。国家也顺应潮流，很大程度地加大了对计算机领域的研究投入，出台了一系列政策，积极推动有志之士投身于 CPU 的自主研发之中，带动了更多科研机构 and 民营企业投身于 CPU 研发的热潮。

1983 年，国防科技大学的科研团队肩负着国家的期望，全力投入到“银河-”巨型计算机的研制中。科研人员们夜以继日地工作，不断探索创新，采用了先进的体系结构和算法，最终成功研制出“银河-”巨型计算机，实现了每秒一亿次的运算速度，标志着我国成为世界上少数几个能够研制巨型计算机的国家之一。“银河-”在气象预报、石油勘探等领域发挥了重要作用，为我国的经济建设和科研发展做出了重要贡献。

1992 年，中科院计算所的科研人员们经过多年的研究和探索，成功研制出我国第一台通用 CPU 芯片——“曙光一号”。尽管“曙光一号”的性能与当时国际先进水平存在一定的差距，但它的出现具有划时代的意义，鼓舞了全国上下的信心。

1995 年，国家启动了“863 计划”，其中计算机主题设立了 CPU 设计专项。这一举措为 CPU 研发提供了强大的政策和资金支持。“863 计划”吸引了众多科研机构和企业参与到 CPU 研发中来，形成了产学研相结合的创新模式。

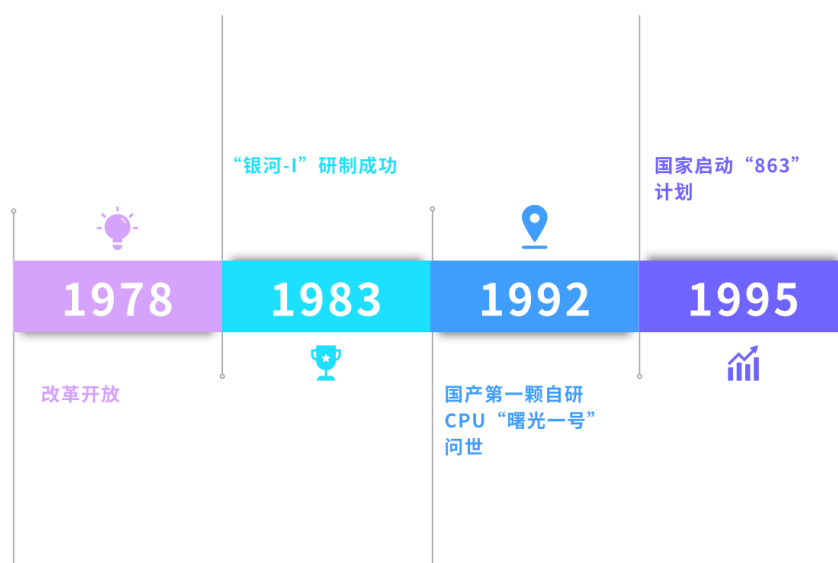


图 2: 1980-2000 国产 CPU 自研时间线

2.3 突破阶段（21 世纪 00-10 年代）

迈入 21 世纪的大门，计算机技术发展日新月异，也对 CPU 的性能和安全性提出了更高的要求。同时，国际上对我国的技术封锁变得更加严峻，这都让自主研发高性能 CPU 成为迫在眉睫的大事

2002 年，中科院计算所研制出我国第一款通用 CPU——“龙芯一号”。这是我国 CPU 发展史上的一个重要里程碑。“龙芯一号”采用了 0.18 微米制程工艺，主频为 266MHz。它的诞生，打破了国外在 CPU 领域的技术垄

断，让我国拥有了自主可控的 CPU 技术。“龙芯一号”为我国计算机产业的发展提供了核心动力，也为后续龙芯系列产品的研发奠定了基础。

2006 年，“核高基”重大专项正式启动，将核心电子器件、高端通用芯片和基础软件产品作为重点发展方向。“核高基”重大专项的实施，为国产 CPU 的发展提供了前所未有的政策和资金支持。国家投入了大量的资金用于 CPU 研发，同时制定了一系列优惠政策，鼓励企业和科研机构加大研发投入。

2008 年，上海兆芯成立，致力于 x86 架构 CPU 的研发。x86 架构在计算机市场中占据主导地位，拥有广泛的软件生态。然而，x86 架构技术一直被国外企业垄断，上海兆芯就是为此而生，致力于通过自研解决此困境。

2010 年，国防科技大学研制出“天河一号”超级计算机，其 CPU 采用了国产芯片与国外芯片相结合的方式，运算速度跃居世界第一。“天河一号”的运算速度达到了每秒 2570 万亿次浮点运算，它的成功研制，展示了我国在高性能计算领域的强大实力。

2015 年，华为自主研发的麒麟 950 芯片发布，在移动端 CPU 领域取得了显著成绩。麒麟 950 芯片采用了 16 纳米制程工艺，集成了四核 Cortex-A72 和四核 Cortex-A53 处理器。其性能和功耗表现达到了国际先进水平。

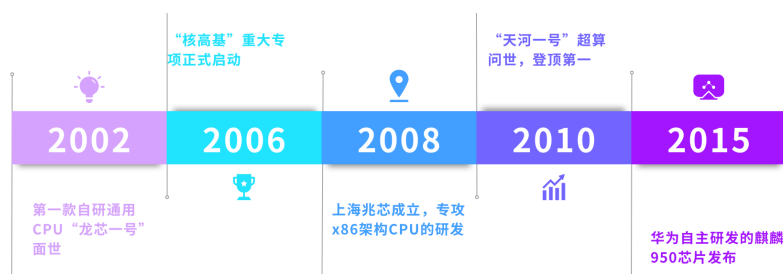


图 3: 2000-2020 国产 CPU 自研时间线

2.4 质变阶段（2021 年-至今）

最近 5 年，国产芯片如同雨后春笋般涌现，CPU “井喷” 现象极为明显，如下：

2021 年，龙芯 3A5000 处理器发布。它采用了先进的 12nm 制程工艺和自主指令集 LoongArch，具有完全自主知识产权。LoongArch 指令集是龙芯中科自主研发的成果，它的出现打破了国外指令集的垄断，为我国 CPU 产业的自主可控发展提供了坚实保障。

2023 年，华为推出了基于自研架构的麒麟 9000S 芯片。麒麟 9000S 芯片采用了 14nm 的制程工艺，集成了 8 个高性能核心。麒麟 9000S 芯片的推出，为华为手机的发展打上了一针强心剂，也为我国芯片产业的发展注入了新的活力。

2023 年，龙芯推出了基于 LoongArch 指令集的龙芯 3A6000。该芯片采用了 12nm 的制程，集成了四个核心，拥有 2.5GHz 的主频。龙芯 3A6000 的推出，也意味着完全具有我国自主知识产权的龙芯芯片达到了新的高峰。

2024 年，华为在新出的 Pura 70 上搭载了最新芯片麒麟 9010 芯片。该芯片采用了 7nm 的制程，同样集成了 8 个高性能核心。麒麟 9010 芯片的推出，标志着华为的自研芯片又向高端化迈进了一步。

3 国产 CPU 与国际上主流的 CPU 对比

3.1 国产 CPU

2023 年，龙芯发布了 3A6000，其发布引发了很大的关注。龙芯 3A6000 自发布后，稳居国内自研 CPU 的一线梯队。此处针对龙芯 3A6000 作展开分析：

龙芯 3A6000 的组成如下：

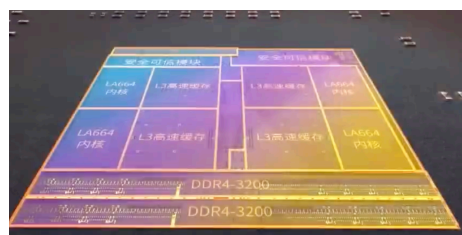


图 4: 龙芯 3A6000（图片来源：央视）

具体架构：

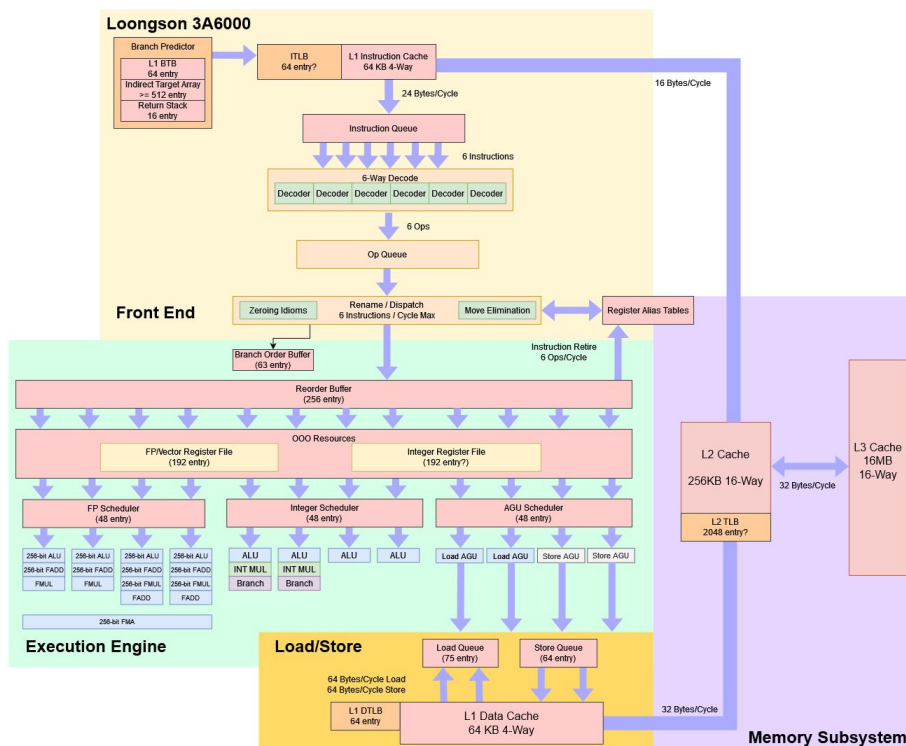


图 5: 龙芯 3A6000 具体架构

由图中架构可以看出：

1. 一次可以解码和发射 6 条指令，最大长度为 256 位；
2. 拥有三级缓存（L1、L2、L3）设计，能尽量减少访问内存的延迟；
3. 具有复杂的乱序调度器，能动态地优化指令顺序；

再与国际上主流的 CPU 进行对比：

1. 指令集架构：龙芯采用自己的 LoongArch 指令集，而 Intel/AMD 使用 x86-64, Apple 采用 ARM 架构；

目前来看，LoongArch 的通用性和泛用性还不如 Intel/AMD/Apple，但这是不可避免的问题。

¹资料来源：https://chipsandcheese.com/p/loongson-3a6000-a-star-among-chinese-cpus?utm_source=publication-search

2. 核心和线程：3A6000 拥有 4 核/8 线程，而 AMD Ryzen 9 7950X 具有 16 核/32 线程，Apple M3 Max 具有 16 核。此处的差距还是比较大的，需要进一步提升。

3. 缓存与内存：

- Loongson 3A6000：L1 64KB、L2 256KB、L3 16MB。
- Intel i9-14900K：L1 80KB、L2 2MB/核、L3 36MB。
- AMD Ryzen 7950X：L1 64KB、L2 1MB/核、L3 64MB。

与国际主流 CPU 相比，依然存在差距，但相信龙芯会逐步赶上国际主流的脚步。

4 结论与展望

国产 CPU 的发展不仅是中国自主创新的体现，也是中国科技进步的重要标志。尽管在技术、产业链和市场竞争等方面仍面临许多挑战，但随着中国不断加大对核心技术的投入、加强人才培养，国产 CPU 的技术水平和市场份额正在稳步提升，国产 CPU 正逐渐摆脱对国外技术的依赖，在国内外市场中占据越来越重要的地位。

然而，要在全球市场中占有一席之地，国产 CPU 仍面临许多困难。首先，核心技术仍存在差距，尤其是与国际顶级厂商相比，部分技术领域尚未完全实现领先。其次，产业链中仍存在一定程度的薄弱环节，特别是在高端芯片制造和材料供应等方面。

展望未来，中国必须继续加大研发投入，重点加强对高端处理器架构、先进工艺技术、人工智能芯片等前沿领域的研究。除了技术创新外，人才的培养也是关键。应加大对半导体和集成电路领域高端人才的培养，培养一批具有全球竞争力的科技精英。

另外，国际合作将是国产 CPU 未来发展的一个重要方向。在开放合作的基础上，中国可以吸引更多优秀的科技人才，从而推动国产 CPU 的技术创新和产业突破，提升在全球市场中的竞争力和话语权。

总体而言，国产 CPU 的发展不仅关乎中国的信息安全和科技自主性，也关系到全球半导体产业格局的变化。未来，随着技术的不断突破、产业链的日益成熟以及国际合作的加强，国产 CPU 有望在全球市场上占据一席之地，成为全球半导体产业的重要力量。

期待能见到更多诸如龙芯、鲲鹏等国内 CPU 厂商的崛起。