



SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

课程报告



Intel 与 AMD 处理器发展历程报告

518021910971 裴奕博

目录

1 CPU 发展概述	2
2 Intel 系列处理器发展历程	3
2.1 1968-1978 Intel 公司的创立与 4004 处理器的诞生	3
2.1.1 Intel 的创立	3
2.1.2 Intel 4004	4
2.1.3 Intel 8008/8080	4
2.2 1978-1993 x86 系列处理器与 x86 指令集的开端	5
2.2.1 Intel 8086/8088	5
2.2.2 Intel 80x86 系列	5
2.3 1993-2006 奔腾 (Pentium) 时代	6
2.3.1 Pentium 与 Pentium MMX	6
2.3.2 赛扬 (Celeron) 和至强 (Xeon)	6
2.3.3 Pentium 系列的后续产品	7
2.4 2006-至今酷睿 (Core) 的又一次辉煌	7
2.4.1 Core 2 Duo: 初代 Core	7
2.4.2 i 系列处理器: 更清晰的产品定位	8
2.4.3 14nm 的爆发	9
3 AMD 系列处理器发展历程	10
3.1 1969-1996 AMD 公司的创立和 Intel 的代工厂	10
3.2 1996-1999 K5 和 K6: 自研 CPU 的初尝试	10
3.3 1999-2006 K7 到 Athlon 64X2 AMD 的崛起和辉煌	10
3.4 2006-2017 AMD 失落的十年	10
3.5 2017-至今锐龙 (Ryzen) 架构与 AMD 的重生	10

1 CPU 发展概述

1947 年 12 月，由美国贝尔实验室的肖克利、巴丁和布拉顿组成的研究小组，发明了晶体管。这种新的材料工艺相比之前的真空电子管，体积小巧、无需预热、耗能极低，很快取代了电子管成为了新一代电子电路的首选。在随后的几十年间，伴随着集成电路的发明，由这种材料制成的电子电路规模越来越大。从小规模、中规模集成电路到大规模、超大规模集成电路。

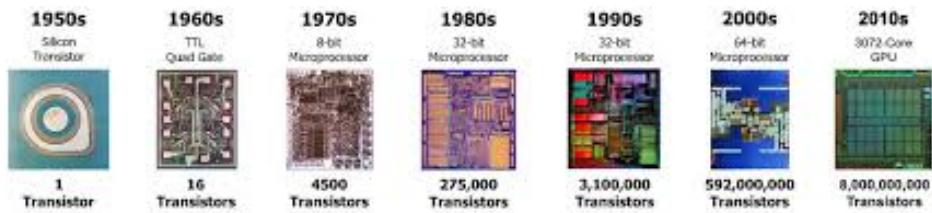


图 1: 集成电路的发展

随着人类对计算机计算能力和便携性的要求不断提升，人们提出了“微型计算机”的概念，要实现这一点，首当其冲的就是将计算机的中央处理单元小型化。1971 年，Intel 公司制造出了第一个商用微处理器即 4004，也宣告了第四代计算机时代的来临。从 1971 年至今的近 50 年间，随着个人计算机（PC）的成熟、发展和普及，作为计算机核心的 CPU 也得以迅猛发展。两家“本是同根生”的半导体公司，Intel 和 AMD，在这几十年间共同促成了 CPU 技术的不断提升，时至今日也是市面上处理器的最主流选择。本报告即梳理了从 1971 年至今，两家公司系列处理器的发展历程。

2 Intel 系列处理器发展历程

1968 年创立的 Intel，是全球目前收入和市值最高的半导体公司。1971 年，Intel 的工程师发明了世界上第一款 CPU4004。在之后的几十年间，集成电路的制造工艺和架构在不断进化，Intel 却始终在大部分事件都在处理器市场中占据主导地位。本章将详细讲述 Intel 系列处理器的发展历程。



图 2: Intel 系列处理器的发展

2.1 1968-1978 Intel 公司的创立与 4004 处理器的诞生

2.1.1 Intel 的创立

1955 年，晶体管的发明者威廉·肖克利离开贝尔实验室，创建了肖克利半导体实验室，并且吸引了一大批有才华的年轻科学家加入。但很快，由于内部原因，其中 8 名科学家联合辞职创办了仙童半导体公司，其中包括摩尔定律的提出者戈登·摩尔 (Gordon Moore) 和集成电路的联合发明人罗伯特·诺伊斯 (Robert Noyce)。1968 年，两人从仙童半导体公司辞职，在 7 月 16 日共同创办 Intel 公司。其名称来源于集成电路 (Integrated Electronics) 的首字母缩写。



图 3: Intel 公司现在的 logo

起初，Intel 的业务主要来自半导体存储器市场，主攻 DARM 和 SARM，在整个 20 世纪 70 年代，

CPU 都不是 Intel 最主要业务。1971 年 11 月 15 日，Intel 的工程师霍夫 (Marcian Hoff) 发明了世界上第一块大规模集成电路，也是第一颗微处理器 Intel 4004。恐怕那时 Intel 公司自己也未曾想到，这一天将被永远载入史册，这一“无心之举”也成为了 Intel 在今后几十年绝大部分的收入来源。

2.1.2 Intel 4004

4004 处理器起初只是用于在日本 Busicom 公司生产的计算器中替换一些应用导向集成电路。它只有 4 位，45 条指令，最高主频也仅有 740kHz，甚至比不上 ENIAC。但由于它集成化程度高，体积小，为个人计算机的发展铺平了道路，具有重要的里程碑意义。

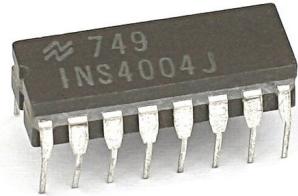


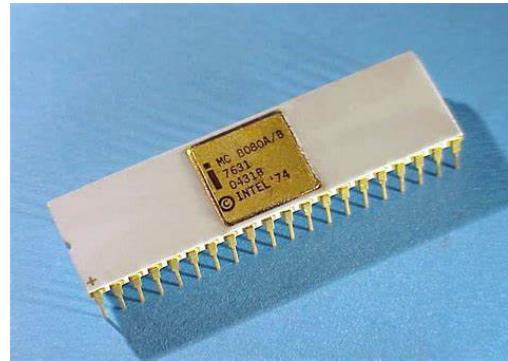
图 4: Intel 4004

2.1.3 Intel 8008/8080

在接下来的几年中，Intel 又推出了 8 位的 8008(1972) 和 8080(1974) 处理器。在研发 8008 的过程中，Intel 还获得了由德州的 Datapoint 公司开发的指令集，正是这套指令集，奠定了今天 x86 系列指令集的基础。与此同时，微处理器的优势也逐渐被人们所认同。尤其是 8080 处理器获得了空前的成功。该处理器主频为 2MHz，性能是 8008 的十倍。作为人类历史上的第一台个人计算机 Altair 也使用了 8080 处理器作为核心。



(a) Intel 8008



(b) Intel 8080

图 5: Intel 8008/8080

2.2 1978-1993 x86 系列处理器与 x86 指令集的开端

这一阶段，Intel 以 8086 处理器为开端，开创了 x86 指令集架构，这一架构也对未来的处理器发展有着深远影响。

2.2.1 Intel 8086/8088

1978 年，Intel 推出了 8086 处理器。它有 16 位的数据总线，可一次读取 1MB 内存，是 Intel 推出的首个 16 位处理器。与此同时，Intel 还在其上使用了 x86 指令集。从此，x86 也成为了个人计算机的标准平台，也是历来最成功的 CPU 架构之一。

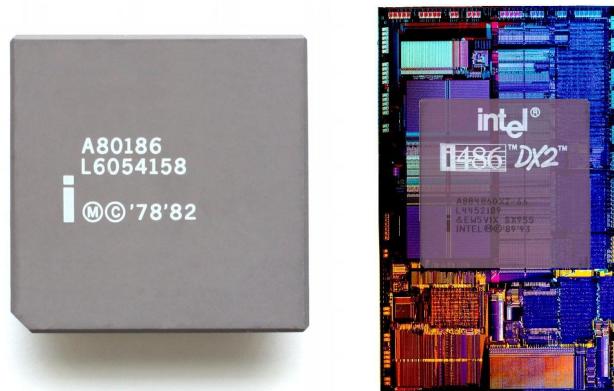
几乎与此同时，Intel 也推出了 8088 处理器，将地址总线提升至 20bit。两款处理器都采用了相同的 16 位 x86 架构。



图 6: Intel 8086

2.2.2 Intel 80x86 系列

随着 PC 市场需求的一步步扩大，CPU 业务逐渐成为了 Intel 的主业。从 1980 年起，Intel 接连推出了一系列基于 x86 架构的处理器，包括 80186(1980)、80188(1980)、80286(1982)、80386(1985) 和 80486(1989)。



(a) Intel 80186

(b) Intel 80486

图 7: Intel 80186 和 80486

其中，80188 和 80186 几乎同时推出，80188 削减了一半的外部数据总线以降低成本。80286 是 Intel 第一款完全兼容前代 CPU 的处理器。

从 1985 年的 80386 开始，Intel 系列处理器进入 32 位时代，32 位的 x86 架构也称为 IA-32。80386 集成了 27 万多只晶体管，规模超过了初代 CPU 4004 的 100 倍，同时也是第一款具有多任务功能的处理器，这也为操作系统的发展有重要影响。

1989年，Intel发布了最后一款用数字命名的处理器——Intel 80486。在这一代CPU上，Intel首次将FPU(浮点计算单元)集成在CPU之内。此外，8KB的L1缓存第一次出现在了x86 CPU上。

2.3 1993-2006 奔腾 (Pentium) 时代

经过一系列 80x86 处理器, Intel 已经从一家主攻存储芯片的公司, 转为 CPU 领域的霸主。1993 年, Intel 发布了以子商标奔腾 (Pentium) 命名的处理器, 正式宣告处理器进入奔腾时代。

2.3.1 Pentium 与 Pentium MMX

1993年，采用P5架构的Pentium处理器发布，而没有遵循80x86号码系统。这是一个划时代的事件。在接下来的十几年间，奔腾几乎成为了家喻户晓的名字，时至今日仍在使用。初代Pentium系列将CPU的工作电压降至3.3V，增强了浮点数的运算，新使用的P5架构使得它在所有方面都比80486快。1994年，Pentium处理器被发现在浮点数的计算上出现了瑕疵，Intel不得不召回大批的Pentium处理器。

然而这一事件并未影响 Intel 在 CPU 领域的高歌猛进。1996 年，主攻服务器方向，采用 P6 架构的 Pentium Pro 推出。1997 年 1 月，Pentium MMX 推出。它扩展了 L1 缓存至 16KB，也扩展了新的 MMX 指令集，使得其对多媒体数据的处理更为强大，也因此红极一时。此外，MMX 系列的处理器还拥有较强的超频能力，还能通过提高其核心电压来获得更好的性能。1997 年，同样采用 P6 架构的 Pentium II 发布，L1 缓存已经增加到 16KB 数据缓存 +16KB 指令缓存共 32KB。

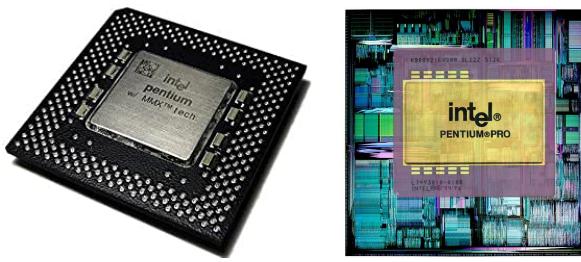


图 8: Pentium 和 Pentium Pro

2.3.2 赛扬 (Celeron) 和至强 (Xeon)

1998年，随着AMD大举入侵低价处理器市场，而同期的Pentium II价格昂贵。为了兼顾低端市场，Intel将Pentium II中的两颗L2缓存取消，推出了初代Celeron处理器，从此诞生了“赛扬”这

一新的产品线。

同时，为区分服务器市场与 PC 市场，英特尔还推出了 Pentium II Xeon 作为 Pentium Pro 的升级产品，从此诞生了 Xeon 处理器。直到 2001 年，Intel 将 Xeon 系列前面的 Pentium 取消，从此独立出面向中高端服务器市场的 Xeon 系列。

时至今日，Celeron 和 Xeon 系列仍然是 Intel CPU 中最低端和高端的代表。而它们都脱胎于当年的 Pentium 系列。

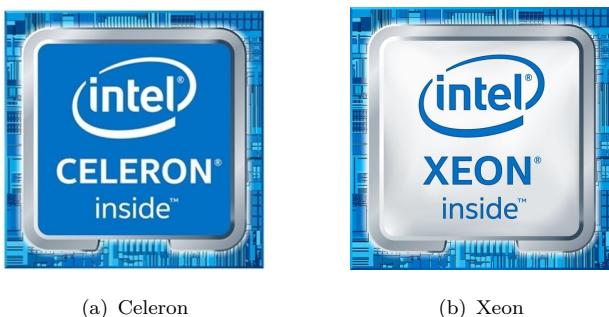


图 9: Celeron 和 Xeon 系列

2.3.3 Pentium 系列的后续产品

世纪之交，Pentium 系列产品的更新迭代还在继续。Intel 相继推出了 Pentium III(1999)、Pentium 4(2000)、Pentium M(2004) 和 Pentium D 处理器。

其中，1999 年推出的 Pentium III 处理器的主频首次突破 1GHz。2002 年，Intel 在 Pentium 4 上首次运用了超线程技术。2005 年，带有两个处理器内核的 Pentium D 推出，开启了 CPU 多内核的时代。以上三点是 Pentium 系列在这几年中主要的创新点。

然而在这一时期，从 Pentium 4 开始使用的 P4 架构“Netburst”出现了功耗和热量问题，在很长一段时间内，Intel 无法将 Netburst 架构的处理器主频升至 2GHz 以上。随后，在此基础上改进的“Prescott”架构（被用于 Pentium D）同样也出现了类似的问题。在一段短暂的时间中，Intel 在 CPU 领域的统治被 AMD 所打破。这也迫使 Intel 放弃 Netburst 架构，转而支持基于 P6 的 Pentium M 设计，这也促成了 Intel 新一代产品酷睿（Core）的诞生。

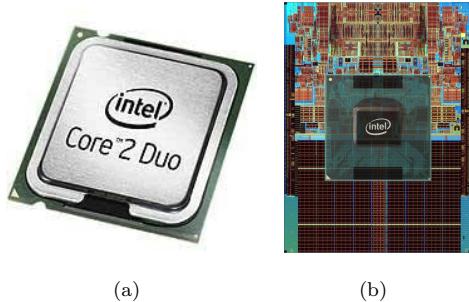
2.4 2006-至今酷睿 (Core) 的又一次辉煌

随着 AMD 的步步紧逼, Intel 不得不调整自己的策略。从 2005 年开始, Intel 制定了一套“钟摆计划”(Tick-Tock),并在 2006 年推出了新一代酷睿(Core)产品,重新逆转了与 AMD 的竞争局面。时至今日,Core 系列产品仍是广大消费者选择 CPU 的不二之选。

2.4.1 Core 2 Duo: 初代 Core

从 2004 到 2006，Intel 陷入了一段低迷时期。AMD 凭借其 K8 系列，以“真双核”和较好的能效比赚足了世人的眼球。为了从 AMD 手中重新夺回 CPU 市场的主导地位，Intel 启动了 Tick-Tock 计

划，即用时钟的声响 (Tick,Tock 为拟声词) 代表芯片制程和处理器微架构的更新。2005 年，Core 一代产品发布，标志这 Core 系列处理器的诞生。此时的 Core，架构源自 Pentium M，而新架构的开山之作，即是 2006 年 7 月发布的 Core 2 Duo。



(a)

(b)

图 10: Core 2 Duo

Core 2 Duo 采用了 65nm 制程工艺，Intel 声称它对比上一代产品有 40% 的性能提升，同时减少 40% 的功耗，各项数据均大幅领先当时 AMD 的 Athlon 64X2。从此，Intel 再次夺回了 CPU 的主导权。

究其原因，Core 2 Duo 抛弃了此前出现各种问题的 Netburst 架构，转而对 Pentium M 的微架构进行改进，定名 Core 架构。Core 2 Duo 为双核心 64 位处理器，将双核共享的 L2 缓存提升至 4MB，晶体管总数达到近 3 亿个，此外还加入了对 EM64T 与 SSE4 指令集的支持，使其拥有更强大的寻址空间。Core 微架构的改进，实现了能效比的大幅提升。

此后，由于 Core 架构的巨大成功，Intel 将其也运用到了 Celeron、Pentium 乃至 Xeon 产品线中。

2.4.2 i 系列处理器：更清晰的产品定位

随着 Core 2 Duo 的发布，Intel 的优势再一次被确立，在随后的几年中，Tick-Tock 战略稳步实施。2008 年，Intel 推出的新的 Nehalem 微架构，引入了新的命名方案。共有三个变体，Core i3，Core i5 和 Core i7。2008 年 11 月 17 日，Intel 推出了四核的 Core i7 处理器。2009 年 9 月 8 日，第一款 Core i5 发布。2010 年 1 月 7 日，首款 Core i3 发布。i3，i5 和 i7 分别针对入门级消费者，普通消费者和高端消费者，但不再以核心数等技术指标命名。



图 11: Intel Core i 系列

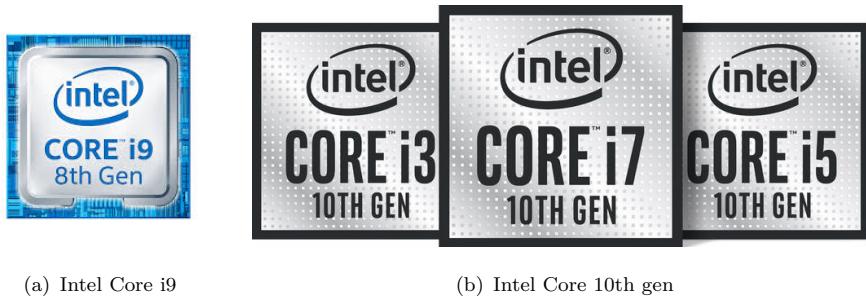
在此后的几年中，Intel 的 i 系列处理器陆续推出了一代 (Nehalem 微架构，45nm，2008)，二代

(Sandy Bridge 微架构, 32nm, 2011), 三代 (Ivy Bridge 微架构, 22nm, 2012), 四代 (Haswell 微架构, 22nm, 2013) 处理器。随着制程和微架构的提升, Core 处理器的性能也稳步提升。其中有几个比较有突破性的进展: 在 Core 一代中的部分处理器首次集成了图形处理单元 (GPU), Core i7 在 2010 年首次发布了六核处理器, Core 二代产品首次支持高性能 DDR3 内存等。经过几年的产品迭代改进, Intel Core 系列在消费级 CPU 中已经形成了一家独大的局面。

2.4.3 14nm 的爆发

2015 年, CPU 制程已经提升至 14nm, Intel 也发布了基于 14nm 制程的 Broadwell 微架构的第五代 Core 处理器。这一代产品的高端型号甚至出现了 8 核甚至 10 核的夸张表现。此后发布的第六代 (Skylake, 2015), 第七代 (Kaby Lake, 2016), 第八代 (Coffee Lake, 2017/Whiskey Lake, 2018), 第九代 (Coffee Lake, 2018) Core 处理器同样基于 14nm 制程。

在此期间, Intel 两次提升了台式机处理器中的 CPU 核心数和线程数。在 2017 年 5 月, 还发布了全新的 Core i9 系列, 作为 Core 系列的旗舰产品。



(a) Intel Core i9

(b) Intel Core 10th gen

2019 年, Core 系列最新一代产品 Core 十代处理器发布, 包括部分基于 10nm 制程, Comet Lake 架构的处理器。Intel 的处理器制程第一次突破了 14nm。

表 1: Intel 核心数与线程数的发展

型号	第七代	第八代	第九代
Core i3	2C/4T	4C/4T	4C/4T
Core i5	4C/4T	6C/6T	6C/6T
Core i7	4C/8T	6C/12T	8C/8T
Core i9	/	/	8C/16T

3 AMD 系列处理器发展历程

- 3.1 1969-1996 AMD 公司的创立和 Intel 的代工厂
- 3.2 1996-1999 K5 和 K6：自研 CPU 的初尝试
- 3.3 1999-2006 K7 到 Athlon 64X2 AMD 的崛起和辉煌
- 3.4 2006-2017 AMD 失落的十年
- 3.5 2017-至今锐龙 (Ryzen) 架构与 AMD 的重生