

9. 用于评价CPU性能指标的标准一共有三种：Dhrystone、MIPS 和 CoreMark。

Dhrystone 是让机器去运行 Dhrystone 程序，输出结果为每秒钟运行 Dhrystone 的次数。

Coremark 也是一次基准测试程序，测试标准为多配置数组合下单位时间内运行的 Coremark 程序次数。

10. 层次化：①首先是通过指令集体系结构 (ISA) 将软硬件两层次分开。意义：如此一来，只要指令集可以被正确实现，那么软件在此基础上就可以跑。使得软件的设计不用再关注硬件的具体实现，使软硬件工业可以并行独立发展。

②同一个 ISA 下又可以有许多不同的微架构，如 Intel 和 AMD 的 x86 实现的微架构完全不同。

③同一 ISA 和同一微架构下的电路硬件设计实现又可以有极大的不同。

意义：同一个架构可以用两种不同工艺实现，使设计与工艺解耦，加速了产品的更新迭代。

附加 2：

《A New Golden Age for Computer Architecture》一文主要是先讲进了计算机体系结构近几十年前的发展历程，然后从现实的角度去揭示了一些体系结构发展的机会，最后总结出 3 点：软件发展可以推动架构创新；软硬件接口的性能提升可以为架构创新创造机会；市场最终会选择架构。

在 1970s，当时的处理器还是 8 位的 Intel 8080，后来 Intel 花费大力气做出了 16 位的微处理器 8086。在 Unix 系统成功之后，吉尔将重点转移到“编译器会使用什么指令上”，并因此创造了 RISC-I (1982)、MIPS (1983)，并在后面将编译器的思想进一步深化，开发了 VLIW、EPIC 等 ISA，但这两者由于编译效果达不到预期而被逐渐淘汰。在意识到 CISC 与 RISC 的差距后，Intel 和 AMD 为弥补差距，也将原来的 x86 指令变为类似 RISC 的微指令，使得流水线的加速技术也在 x86 的 ISA 下使用，后来软件生态的支持也使 x86 进一步占据 PC 市场。在 2007 年，APPLE 用 iPhone 带来了 post-PC 时代，并且主推 RISC 处理器。总归看来，市场最终解决了 CISC 和 RISC 之争，CISC 在 PC 时代的后期取胜，但在当今的 post-PC 时代 RISC 占优。

在现在的时代， Dennard Scaling 已无传世，Moore's Law 已经走尽，Amdahl's Law 仍在

限制，这些因素共同导致当前的 ISA 很难再快速发展，并且这证明 ISA 在硬件实现上有许多安全隐患。时代呼唤着新的体系结构产生，也有一些明显的发展机会：① RISC-V 与开源平台的建立 ② 敏捷硬件开发 ③ DSA 与 DSL。我想，DSA 应该会成为一体系结构的热点，在当前人工智能深度学习的火热背景下，迫切需要新的编译环境、新的编程语言和新的硬件架构去支持快速计算。计算机体系架构应该朝着更加通用、敏捷和开放的方向发展！