

现不同的功能和需求。

层次化的设计使得不同层次的发展更具独立性。设计者可在自己擅长的领域内专心研究改进，不会因“牵一发而动全身”影响开发效率。多领域的独立、协同推进大大促进了计算机的发展。

3/7

附加2. 作者在文中介绍了自20世纪80年代以来，

9. 采用标准测试程序在处理器中测试运行，计算机体系结构的发展历程，分析了当前芯片效率去除主频影响的运行速度进行标准评分，用效率进展缓慢的原因，和安全性等逐步浮出水面的痛点。最后展望未来，指出了三个十分有前景的方案。

Dhrystone: 运行 Dhrystone 标准程序，记录单位时间内的运行次数。定义程序在 VAX-11/780 上即将到来。

的测试结果 $1757 \text{ 次/秒} = 1 \text{ DMIPS}$ ，转化后再在历史的介绍当中，我看到了 RISC 指令集以与主频相除即得到评分，单位为 DMIPS/MHz 。“精简”为精简的强大生命力。从“赶工开发”

Coremark: 运行 Coremark 标准程序，单位时间内运行次数除主频得到标准分，单位为 Coremark/MHz 。的 8086 指令集大受市场欢迎，而着重投入的 iAPX-432 却接连受挫；到一篇被拒稿的论文将作者引向 RISC 开发，最后 RISC 性能大

10. 计算机体系结构分为 ISA、微架构和硬件实现三个层次，自顶向下逐步细化。ISA 为硬件设计提供指令规范，微架构设计为具体硬件实现提供约束和指导。层次间通过较简单、明晰的“黑马”，并正引领整个行业的未来。其中的许多故事实在令人着迷。

在规范内自由发挥，改善处理器的性能，或实但在当下，主导了集成电路数十年的规则正

JI



扫描全能王 创建

在朝不利的方向演进：预测芯片性能提升的摩尔定律、登纳德缩放定律接连失效；而指出并行计算局限的Amdahl定律仍然制约着芯片发展。在技术方面，指令集和微架构已在很长时间没有突破，工艺也接近物理极限。集成电路的发展进入了一段发展缓慢的“黑暗”时期。

但新的机遇也已浮现。一是对现有高级语言的编译还有很大的提升空间。一旦有所突破，通过短周期软件开发和高速执行，使效率提升成百上千倍。二是特定领域专用结构，在不失通用性基础上提高特定专业的竞争力，并改善“存储墙”问题。三是开源架构，轻量级硬件开发带来开发成本的大幅下降，通过低成本、短周期的大量试错，为未来的颠覆性成果提供很好的土壤。

当前，计算机体系结构正处于黎明前的至暗时刻。但未来的图景正徐徐展开，一个激动人心的时代即将到来。

