

开篇词-为什么你需要学习计算机组成原理？

你好，我是徐文浩，一个正在创业的工程师。目前主要是通过自然语言处理技术，为走向海外的中国企业提供英语的智能客服和社交网络营销服务。

2005年从上海交通大学计算机系毕业之后，我一直以写代码为生。如果从7岁第一次在少年宫写程序开始算起，到今天，我的码龄快有30岁了。这些年里，我在Trilogy Software写过各种大型企业软件；在MediaV这样的广告科技公司，从零开始搭建过支撑每天百亿流量的广告算法系统；2015年，我又加入了拼多多，参与重写拼多多的交易系统。

这么多年一直在开发软件，我深感软件这个行业变化太快了。语言上，十年前流行Java，这两年流行Go；框架上，前两年流行TensorFlow，最近又流行PyTorch。我逐渐发现，学习应用层的各种语言、框架，好比在练拳法招式，可以短期给予你回报，而深入学习“底层知识”，就是在练扎马步、核心肌肉力量，是在提升你自己的“根骨”和“资质”。

正所谓“练拳不练功，到老一场空”。如果越早去弄清楚计算机的底层原理，在你的知识体系中“储蓄”起这些知识，也就意味着你有越长的时间来收获学习知识的“利息”。虽然一开始可能不起眼，但是随着时间带来的复利效应，你的长线投资项目，就能让你在成长的过程中越走越快。

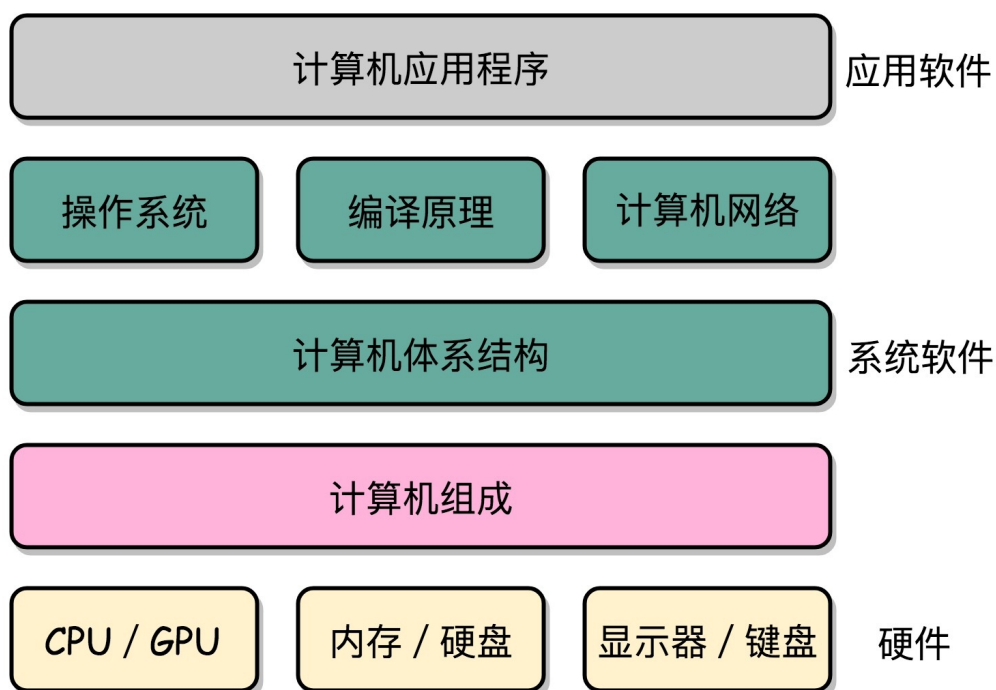
计算机底层知识的“第一课”

如果找出各大学计算机系的培养计划，你会发现，它们都有差不多十来门核心课程。其中，“计算机组成原理”是入门和底层层面的第一课。

这是为什么呢？我们直接用肉眼来看，计算机是由CPU、内存、显示器这些设备组成的硬件，但是，计算机系的学生毕业之后，大部分却都是从事各种软件开发工作。显然，在硬件和软件之间需要一座桥梁，而“计算机组成原理”就扮演了这样一个角色，它既隔离了软件和硬件，也提供了让软件无需关心硬件，就能直接操作硬件的接口。

也就是说，你只需要对硬件有原理性的理解，就可以信赖硬件的可靠性，安安心心用高级语言来写程序。无论是写操作系统和编译器这样的硬核代码，还是写Web应用和手机App这样的应用层代码，你都可以做到心里有底。

除此之外，组成原理是计算机其他核心课程的一个“导引”。学习组成原理之后，向下，你可以学习数字电路相关的课程，向上，你可以学习编译原理、操作系统这些核心课程。如果想要深入理解，甚至设计一台自己的计算机，体系结构是必不可少的一门课，而组成原理是计算机体系结构的一个入门版本。



所以说，无论你想要学习计算机的哪一门核心课程，之前你都应该先学习一下“计算机组成原理”，这样无论是对计算机的硬件原理，还是软件架构，你对计算机方方面面的知识都会有一个全局的了解。

学习这门“第一课”的过程，会为你在整个软件开发领域中打开一扇扇窗和门，让你看到更加广阔的天地。比如说，明白了高级语言是如何对应着CPU能够处理的一条条指令，能为你打开编译原理这扇门；搞清楚程序是如何加载运行的，能够让你对操作系统有更深入的理解。

因此，学好计算机组成原理，会让你对整个软件开发领域的全貌有一个系统了解，也会给你带来更多的职业发展机会。像我自己的团队里，有个小伙伴开始是做算法应用开发的，因为有扎实的计算机基础知识，后来就转去开发TVM这样的深度学习编译器了，是不是很厉害？

理论和实践相结合

说了这么多计算机组成原理的重要性，但到底该怎么学呢？接下来跟你分享我的心得。

我自己对计算机硬件的发展历史一直很感兴趣，所以，我读了市面上很多组成原理相关的资料。

互联网时代，我们从来不缺少资料。无论是Coursera上北京大学的《计算机组成》开放课程，还是图灵奖作者写的《计算机组成与设计：硬件/软件接口》，都珠玉在前，是非常优秀的学习资料。不过“买书如山倒，读书如抽丝”。从业这么多年，周围想要好好学一学组成原理的工程师不少，但是真的坚持下来学完、学好的却不多。大部分买来的书，都是前面100页已经发黄了，后面500页从来没有打开过；更有不少非科班出身的程序员，直接说“这些书根本看不懂”。

对这些问题，我都深有感触。从自己学习和工作的经验看，我找到了三个主要原因。

第一，广。组成原理中的概念非常多，每个概念的信息量也非常大。比如想要理解CPU中的算术逻辑单元（也就是ALU）是怎么实现加法的，需要牵涉到如何把整数表示成二进制，还需要了解这些表示背后的电路、逻辑门、CPU时钟、触发器等知识。

第二，深。组成原理中的很多概念，阐述开来就是计算机学科的另外一门核心课程。比如，计算机的指令是怎么从你写的C、Java这样的高级语言，变成计算机可以执行的机器码的？如果我们展开并深入讲解这个问题，就会变成《编译原理》这样一门核心课程。

第三，学不能致用。学东西是要拿来用的，但因为这门课本身的属性，很多人在学习时，常常沉溺于概念和理论中，无法和自己日常的开发工作联系起来，以此来解决工作中遇到的问题，所以，学习往往没有成就感，就很难有动力坚持下去。

考虑到这些，在这个专栏构思之初，我就给自己定了一个交付目标：**我要把这些知识点和日常工作、生活以及整个计算机行业的发展史联系起来，教你真正看懂、学会、记住组成原理的核心内容，教你更多地从“为什么”这个角度，去理解这些知识点，而不是只是去记忆“是什么”。**

对于这个专栏，具体我是这样设计的。

第一，我把组成原理里面的知识点，和我在应用开发和架构设计中遇到的实际案例，放到一起进行印证，通过代码和案例，让你消化理解。

比如，为什么Disruptor这个高性能队列框架里，要定义很多没有用的占位变量呢？其实这是为了确保我们唯一关心的参数，能够始终保留在CPU的高速缓存里面，而高速缓存比我们的内存要快百倍以上。

第二，我会尽可能地多举一些我们日常生活里面的例子，让你理解计算机的各个组件是怎么运作的。在真实的开发中，我们会遇到什么问题，这些问题产生的根源是什么。让你从知识到应用，最终又回到知识，让学习和实践之间形成一道闭环。

计算机组成中很多组件的设计，都不是凭空发明出来，它们中的很多都来自现实生活中的想法和比喻。而底层很多硬件设计和开发的思路，其实也和你进行软件架构的开发设计和思路是一样的。

比如说，在硬件上，我们是通过最基本的与、或、非、异或门这些最基础的门电路组合形成了强大的CPU。而在面向对象和设计模式里，我们也常常是通过定义基本的Command，然后组合来完成更复杂的功能；再比如说，CPU里面的冒险和分支预测的策略，就好像在接力赛跑里面后面几棒的选手早点起跑，如果交接棒没有问题，自然占了便宜，但是如果没能交接上，就会吃个大亏。

第三，在知识点和应用之外，我会多讲一些计算机硬件发展史上的成功和失败，让你明白很多设计的历史渊源，让你更容易记住“为什么”，更容易记住这些知识点。

比如说，奔腾4的失败，就是受限于超长流水线带来的散热和功耗问题，而移动时代ARM的崛起，则是因为Intel的芯片功耗太大，不足以在小小的手机里放下足够支撑1天的电池。计算机芯片的兴盛和衰亡，往往都是因为我们的计算机遇到了“功耗墙”这个散热和能耗上的挑战。而现代的云计算数据中心的设计到选址，也是围绕功耗和散热的。理解了这些成功和失败背后的原因，你自然记住了这些背后的知识点。

最后，在这三种帮助你理解“为什么”的方法之上，我会把整个的计算机组成原理通过指令、计算、CPU、存储系统和I/O串起来。通过一个程序的执行过程进行逐层分解，让你能对整个系统有一个全貌的了解。

我希望这个专栏，不仅能够让你学好计算机组成原理的知识，更能够成为引领你进入更多底层知识的大门，让你有动力、有方法、更深入地去进一步学习体系结构、操作系统、编译原理这样的课程，成为真正的“内家高手”。

“人生如逆旅，我亦是行人”。学习总不会是一件太轻松的事情，希望在这个专栏里，你能和我多交流，坚持练完这一手内功。

下面，你可以讲一讲，你对于计算机组成原理的认识是怎样的？在之前工作中，哪些地方用到了计算机组成原理相关的知识呢？欢迎写在留言区，我们一起交流。



深入浅出计算机组成原理

带你掌握计算机体系全貌



徐文浩 bothub 创始人

新版升级：点击「 请朋友读」，20位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

精选留言：

- 范小康 2019-04-22 18:18:06
作为一名it从业人员，计算机原理这些知识早就还给老师了，随着开发的深入也深感基础知识缺乏的弊端，赶紧跟着老师学起来 [9赞]
- hiwon 2019-04-22 20:01:32
毕业多年，感谢老师给了我一次回炉再造的机会。☺ [4赞]
- json 2019-04-22 18:18:40
刚开始是做应用开发的，后来去做TVM了？大佬说的这个人谁？
我是做编译出身的，给AI加速器写过编译器，最近也在研究TVM😄😄😄 [4赞]

作者回复2019-04-22 21:03:29

json同学你好，我原来在做广告系统团队里的同学哦，现在北美做tvm呢，具体名字涉及别人的隐私先不透露啦。过去几年在体系结构和编译器上，又出现了很多新的有意思的主题可以研究呢，可以称之为体系结构的新的复兴呢

- 胡桥 2019-04-22 17:25:24
果断购买，最近对汇编、嵌入式和操作系统超级感兴趣！ [3赞]

- anyou 2019-04-22 17:14:40
“人生如逆旅，我亦是行人”。
你行或者不行，旅途就在那里。 [3赞]
- 西西弗与卡夫卡 2019-04-22 21:22:13
正好利用零碎时间再把这些知识捡起来 [2赞]
- ginger 2019-04-22 20:46:47
极客时间这个专栏来的好及时,本身三月计划完成计算机组成原理的阅读,一直因为各种原因搁置到现在,正好极客时间出了这个专栏,果断购买,以后空闲时间多就看书,空闲时间少就看专栏.
人生如逆旅,我要做资深高手. [2赞]
- 在彼处 2019-04-22 18:23:02
最近想看这本书，找了极客时间，没找到，其他平台也没有讲的，今天看到这个果断买了。虽然目前做的最多的是应用层开发，但底层知识特别重要，了解了底层，才能说了解了计算机，你了解了计算机，吹牛逼才有底气 [2赞]
- AlfredLover 2019-04-22 17:20:16
刚好最近在看计算机的知识，这课程来得及时。 [2赞]
- Tomcat 2019-04-23 00:52:09
这一门课我一直都想好好温习温习，因为我感觉自己的能力遇到瓶颈了。我想肯定是自己的基础出现了问题，所以赶紧补充了像数据结构和算法，计算机组成原理，计算机体系结构，编译原理，操作系统，数据库和计算机网络原理！
很高兴在这里上听课，我觉得我像是在读研究生一样努力！ [1赞]
- 不忘初心 2019-04-23 00:01:27
非科班出生，立志要学好底层。 [1赞]
- 刘三通 2019-04-22 23:53:42
人生如逆旅，我亦是行人
非科班出身，好好学习，跟着老师一起跑步 [1赞]
- 永涛 2019-04-22 22:42:13
计算机芯片的兴盛和衰亡，往往都是因为我们的计算机遇到了“功耗墙”这个散热和能耗上的挑战。而现代的云计算数据中心的设计到选址，也是围绕功耗和散热的。 [1赞]
- 爪哇夜未眠 2019-04-22 22:17:11
极客是要把科班的课都出一遍吗☹ [1赞]
- 花开俩朵 2019-04-22 20:19:42
这门课程会不会讲的很深，不是计算机专业的，怕跟不上。 [1赞]

作者回复2019-04-22 21:01:07

花开俩朵你好，这门课我的目标就是尽量讲的“理论和实践相结合”，能和你的日常代码工作结合起来。让非科班的同学们也能学习到计算机组成原理的知识，所以在深入讲解知识点之外，我会尽量和你在开发过程中可能遇到的问题放到一块儿，只要跟着课程的节奏走，不会跟不上哦

- Nicolas kitty 2019-04-22 19:43:13
最近正在看<<深入理解计算机系统>>，刚好这个课出来了，果断买 [1赞]

- Everglow 2019-04-22 17:59:13

千呼万唤始出来 [1赞]

- bearlu 2019-04-22 17:23:12

期待能学好，虽然很少用的上，但是内功，可能在潜移默化中就用到了。 [1赞]

- 业余草 2019-04-23 14:29:02

很多人不相信 7 岁开始编程，尤其是上个世纪

- Geek_d6df0b 2019-04-23 13:23:38

装机、装系统的时候是我第一次主动接近计算机，计算机方面的知识和应用至今还是了解不多也不深，借这次机会学一下