

数字 IC/FPGA 设计 100 问

Our goal: help making good designs ...

--- C: 数字 IC/FPGA 设计 100 问_学习路径

1. 请问：对于在校生，学习数字 IC/FPGA 设计需要掌握哪些基础知识，学习路径是什么样的？

可以参考如下知识点与顺序：

电子工程师（Electronics Engineer）基础知识 --> 数字 IC 设计专业知识 --> 进阶知识、技能的顺序学习。

A: 电子工程师（Electronics Engineer）基础知识

- 1: 电路分析，数字电路基础；
- 2: 微机原理，汇编语言；
- 3: C/C++ 语言，数据结构；
- 4: Verilog 语言（比如 Michael, D. Cilette 的《Verilog HDL 高级数字设计》或夏宇闻老师的《Verilog 数字系统设计教程》）；
- 5: 晶体管原理；（做数字 IC/FPGA 设计，只需大致了解）

B: 数字 IC 设计专业知识

- 1: 进数字 IC 前端/FPGA 设计的专业知识学习，sky 推荐这本书：《CMOS VLSI Design A Circuits and Systems Perspective》。自认为是数字 IC 设计入门“圣经”。基本电路结构，加减法器结构，组合逻辑，时序逻辑，跨时钟设计都有涉及。
- 2: 在此还需要理解 On-Chip-Bus 的基本知识与一个数字系统的基本结构，建议学习理解：AMBA 总线，含：APB/AHB/AXI。由于 ARM 在数字 IP 领域的领导地位，AMBA 总线事实上已经成为数字 IC 的通用总线结构，必学。

C: 进阶知识、技能

- 1: 算法方向：信号与系统，数字信号处理（DSP）；
- 2: 接口方向：UART/IIC/SPI/DDR 等常用接口协议；如有余力，可以看看 USB/PCIE/SATA/MIPI；
- 3: 日常工作的 OS 平台：linux 操作系统使用；vim(emacs)使用；bash(csh)；makefile；
- 4: 脚本语言：Perl(Python)/TCL；
- 5: 版本管理工具：SVN/Git；

原文见：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/353831054>

2. 请问：Verilog 语言在数字 IC/FPGA 设计中的地位是什么？

数字 IC/FPGA 的最终实现方式是用 verilog 语言表达；但是 Verilog 只是语言，表达的是“思想”（硬件俗称 Architecture）。所以 verilog 是必要的，但数字 IC/FPGA 设计是远大于 verilog 语言的。

就像程序设计肯定不仅仅只需要掌握 c/c++，还有各种算法，数据结构，数据库等知识。

注意两者的联系与区别。

在数字 IC/FPGA 设计领域，晶体管原理，电路分析，数字电路基础，微机原理，数据结构，《CMOS VLSI Design A Circuits and Systems Perspect》，信号与系统，数字信号处理等课程，尝试讲授的是“思想”。

先把基础打好，把“思想”的问题解决。否则，就是乱实践，就有解决不完的“问题”。

3. 请问：英文在数字电路设计中是否重要？

必须的。你看看各种标准的 Spec, paper, datasheet, user guide, 英文多还是中文多。毕竟这个行业，欧美领先很多。

4. 如果想做数字验证，需要准备哪些基础知识？

需要一些数字前端设计的基础知识：数字电路，微机原理。再了解一些基本协议，比如：APB/AHB/AXI。知道一个 SOC 的基本工作方式也很必要。

对于 modelsim/vcs 等仿真工具要会用，能看懂波形。

数字验证更偏软件工程，还需要补充面向对象的编程思想（C++）的训练，再学习 systemverilog 与 UVM/VMM 等验证方法学。

5. 请问：做数字电路，需要懂算法吗？

至少能读懂 c model。数字 IP 设计主要方向：算法加速器/接口/CPU(GPU)。其实很多接口里面也有算法：比如 USB/PCIE 里面有 CRC 计算；NAND flash 里面有 BCH 等纠错码，通信里面各种信道处理 DSP 算法，所数字 IC/FPGA（专业的，资深的）很难避开算法。

6. 请问：设计能力怎么快速提升？

没有捷径，没有快速，只有先积累基础知识，自己从小的 IP 开始入手，慢慢做大的设计，再加上实际项目的经验与 debug，慢慢成长。

举例：地球是平的，驼在龟背上。这个观点人类相信了超万年；

牛顿 3 定律，我们现在还在用（初高中应该还是讲这个），觉得世界的本质就这样了超百年。

行，有了相对论，这个就肯定是真相了吗？

现在物理学家还在追求宏观物理（相对论）与微观物理（量子力学）的理论统一。

所以，认知是一个过程，慢慢提升的。

需要正确的方向，努力，实践，再加时间。

7. 国内高校，哪些院校的 IC 专业强？

搞芯片的学校推介：清北；复旦、上交；中科院，国防科大；成电，西电，华中，东南；重邮，哈工大等。

那要报考哪些专业？

相关专业：微电子，集成电路设计，电子科学与技术，通信工程（后两个，在成都电子科技大学也有教研室搞 fpga/数字 IC），也许计算机也行（搞验证的话，还有优势）。

8. 请问：进位加法器好难懂，看的云里雾里的。

掌握如下东西

- 1): 二进制源码，补码；
 - 2): 减法怎么转加法；
 - 3): 怎么手动补充 sign 位；为啥需要手工补充；
 - 4): 在计算不溢出时，确定结果的最小位宽。
- 基本上不需要设计加减法器。

9. 如何找到一些 IP (IIC/UART/DMA 等) 的 Spec.，给自己设计当参考？

这个只能问 ARM/Synopsys 要了。假装买 IP 啦。

ARM 有整个小系统：MCU + AHB bus + 周边小 IP。

没有的话，可以上 xilinx，看看 xilinx 怎么做的。或是 github，opencore。很多地方的嘛。

10. 入门级 FPGA 开发板推荐？

sky 推荐黑金的 zynp7020 开发板，便宜好用，还有很多例程（虽然编码不规范）。见：

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=alzo.6639537.1997196601.4.49da7484pC2K6V&id=541458209006>

11. 群大，你对 risc-v 怎么看？

RISC-V 只是指令集开源，但是国内又有几家公司能设计 CPU 呢？在设计类似 ARM A 系列的高性能应用处理器呢？

RISC-V 应该会抢占部分 Arm 份额。但是 5 年内，份额不大，因为 ARM 是一个体系，不只有 CPU，还有 GPU/AXI Interconnector/CNN core/视频编解码 IP/DMA 等。还有文档，技术支持，SW 开发环境，这些都是 SiFive 的弱点。这些需要时间的积累。ARM 生态太成熟了。

做 MCU，IoT 等不复杂的产品公司，从 license 成本考虑，可能放弃 ARM。但是，有几个公司能设计高性能的 RISC-V 处理器呢？性能好些的，还得 license。所以，只有 MCU 等对性能要求不高的，整个免费的 risc-v 代替还是有机会的。

12. 国内公司，主要用哪种语言做数字电路设计？

目前国内（亚洲），美国用 verilog 多。只有欧洲，澳洲 VHDL 还常见。你要国内找工作，还得 verilog，未来可能 HLS，Chisel。

HLS 能行吗？感觉效率不是太高。

100%能行。就好比才有汇编时，问：C/C++能行吗？

老东家，第一代 h.265 编码器，就是 HLS 搞得。

这样的话，传统 FPGA 工程师要丢饭碗了。

只要有“思想”，转换相对容易。

所有的 HLS 的 white paper, user guide, 一上来都强调：Think in Hardware.

放心，写 SW 的人（计院的）很难抢 HW 的饭碗。因为：Think in HW，他们就费劲。

但是 hls 要消耗更多的资源，速度也没有 hdl 写的电路快。

根据经验，速度、面积都有 10%~15%的劣势。Performance（1 个事情用多少个 cycle 处理完）可以不变。

但是：HLS 在进化。

开发时间，尤其是仿真时间大大缩短（基于 c 语言的仿真）。时间是不是成本？

类似：汇编写好了，肯定比 c/c++跑的快；c/c++肯定比 perl/python 跑的快。

为啥你不怎么写汇编了呢？

电路需要大规模出货，如果管子增加了那是不是成本上升会比节省的时间成本更多呢？

听说过产品周期没？利润是有周期的，芯片降价很快的。所以，最先出来，可以卖贵些，抢占市场。开始利润最高。等大家都有了类似的芯片，利润就惨淡了。

多学点也好，fpga 肯定是使用起来越来越方便。

这是一个 trade off，没有哪种（verilog/HLS/Chisel）最好。

适合项目的，才是最好。多半，以后就是混合在一起的（data path 用 HLS/Chisel），控制/接口用 verilog。

比如：专业的 DSP 工程师，核心计算代码是汇编，流程控制是 c；

混合就是发展的趋势。比如：云计算公司（腾讯，阿里，亚马逊）都招 FPGA 工程师，据说云服务器，都是 CPU+GPU+FPGA 混合架构。

为啥 Intel + Altera, AMD + xilinx?



只会一点 c 语言，皮毛，c++没用过，不知道要不要学习一样？

先搞数字 IC 的“常识”吧。有时间，慢慢来。不用都会，team work 很重要。

老大，都是只写文档的。

Chisel 是 Berkeley 的老教授设计的。有兴趣了不？

13. 学 VHDL 有必要吗？

目前国内公司用 verilog 做设计的居多；验证用 systemverilog (UVM/VMM)。亚洲，美国也类似。VHDL 在欧洲用的比较多。

未来，一些设计可能会用 Chisel。

14. 搞数字 IC/FPGA 设计，需要考个证书吗？

是技工吗？看看网上的招聘，除了学历，4/6 级证书，还有别的证书不。

15. 群主，你有哪些培训项目？

a) 自学：看知乎的“常识”页面：

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/353831054>

b) 点拨：腾讯课堂的课程有如下课程：

《数字 IC/数字电路/FPGA 设计_从入门到精通_合集》：

<https://ke.qq.com/course/3133628?tuin=64ce5e2a>

《数字 IC/FPGA 设计架构课：On-Chip-Bus 精讲》：

<https://ke.qq.com/course/2900266?tuin=64ce5e2a>

《FPGA 设计入门》：

<https://ke.qq.com/course/3067626?tuin=64ce5e2a>

c) 模仿：reference design:

《数字 IP 设计实例_A》: <https://ke.qq.com/course/3132227?tuin=64ce5e2a>

《数字 IP 设计实例_B》: <https://ke.qq.com/course/3200590?tuin=64ce5e2a>

d) 实战：《数字 IP_FPGA 设计实战》

<https://ke.qq.com/course/3292002?tuin=64ce5e2a>

e) 支持：QQ 群 877205676

16. 请问：有没有入门级开发板推荐？

淘宝：黑金 zynq7020，米联客，“特权同学”。

有没有推荐的 FPGA 类型：纯逻辑，还是带 CPU 的 zynq？

推荐带 CPU 的 zynq 系列。7010/7020，可以通过 AXI，PS 到 DDR。一般复杂。

AXI bus 要不要学？CPU 跟 IP（你的 logic）交互，要不要学？

好比找个白富美，顺带送套房，不爽？你可以自由选择的。不是一上来就必须玩 PS 端的 ARM 编程。这样，是不是更有扩展性？

17. 请问：数字 IC/FPGA 设计入门，用啥 EDA 软件？

可以考虑 windows 系统：装个 modelsim + synplify(or vivado)。然后 debussy/nLint，足够了。

当然，有 linux 下的 nLint/spyglass/Formality/DC 的使用经验更好，面试能加分。

PS:

入门综合症：执迷于 Linux 下 EDA tool 的破解。结果，这是公司 IT 干的“脏活”。

我们是工程师，不是技工，除了会用，还得琢磨 EDA 背后的数字理论原理，每条指令的作用。

作者介绍（QQ 技术交流群：877205676）：

sky：2006 年电子科大毕业；前 Verisilicon Senior Staff Engineer；数字电路前端设计从业 14 年；主要做视频 IP 设计（H.264/H.265 编解码器设计，JPEG 编解码器设计），CNN 加速器 IP 设计。参与 7 颗 ASIC/SOC 芯片设计（量产 3 颗）。目前申请 3 篇国家发明专利。

公司主页：<http://www.siliconthink.cn>