

# 路科验证

芯片验证技术 咨询&培训

专注于系统验证思想和前沿验证资讯，  
为 IC 从业人员提供技术食粮。



长按关注 与路科验证一起进步！



# 芯片验证工程师 从小白到专家的修炼之道

路 桑

# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳

# 芯片验证职位概述

## 芯片开发流程

1. 从市场人员与客户沟通开始。
2. 系统设计人员按照功能划分为各个子系统。
3. 子系统被进一步划分为功能模块，并由设计团队实现。
4. 验证人员对设计功能展开验证，发现设计缺陷，交由设计人员修正。
5. 验证没有出现漏洞后，交由后端人员进行综合、布局、布线。
6. 后端人员将核心数据交由FAB进行流片。



# 芯片验证职位概述

验证职位值多少

- 设计与验证同样重要！
- 验证的需求量更大，与设计比例接近2:1，甚至更高！
- 了解验证知识对于将来从事设计或者验证都有很大帮助
- 公司越规模化，团队越正规化，对验证的规范和重要性就越突出
- 更讲究团队协作和系统层面视角，这是由其软件开发属性决定的
- 验证的职业日益趋向软件化，知识迭代的半衰期比设计更短，更富有挑战性
- 只有验证严格把关确保高质量流片，公司才能创造更大价值

# 芯片验证职位概述

验证薪资（2017年应届生）

公司	薪资	地址
AMD	21万/年	北京、上海
复旦微电子	20万/年	上海
海思	20万/年	深圳、上海、西安
华大半导体	16万/年	上海
联发科	16万/年	合肥
NVIDIA英伟达	22万/年	上海
全志科技	15万/年	西安
芯原微电子	17万/年	上海
中兴微电子	14万/年	西安
兆芯	19万/年	北京、上海、西安

# 芯片验证职位概述

验证薪资（2017年应届生）

公司	薪资	地址
大疆	32万/年	上海
展锐	22万/年	上海
汇顶科技	24万/年	深圳
Synopsys	23万/年	武汉
寒武纪	20万/年	上海
龙芯	20万/年	北京
兆易创新	19万/年	北京
豪威科技	19万/年	上海
地平线机器人	24万/年	北京

# 芯片验证职位概述

## 小白到熟手的修炼

1. 具备数字电路基础，能够理解RTL硬件设计
2. 有软件设计思想，懂得调试软件错误
3. SystemVerilog，最好也懂C和C++
4. OVM/UVM等基于SystemVerilog的验证方法学
5. 制定验证计划，搭建验证平台
6. 环境脚本语言，譬如Tcl, Perl, Python



# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳

# 验证岗位的技术门槛

## IC领域横向比较

- IC验证相比于数字IC设计的入职门槛低
- 需要基本的数字电路知识
- 最好掌握一门RTL硬件描述语言，例如VHDL、Verilog
- 有关设计的硬件实现需要在项目实战中加深体会，但在入职早期不是硬性要求
- 即便你在射频电路、数字信号处理、模拟电路、半导体物理等课程面前表示无力，IC验证仍然对你敞开一扇大门

# 验证岗位的技术门槛

## IC领域横向比较

- IC验证入门容易，精通较难
- 验证小白多从测试用例着手，掌握较多的是易上手的测试用例编写，而对项目流程、验证环境和整体把握较弱
- 验证不单包括设计缺陷的发现，还包括对于设计的理解、设计修改的建议，乃至设计结构早期制定的参与和软件固件的开发
- 验证的方法学在不断推陈出新，EDA验证工具和辅助工具的数量和特性也在增长，验证行业依然处在一个上升阶段
- 验证工程师需要保持不断学习的好习惯

# 验证岗位的技术门槛

## 与IC设计职位的比较

- 依然有机会参与到设计实现当中，与设计工程师一同修改设计
- 与设计工程师合作紧密，同时与后端、DFT和软件工程师也有工作联系
- IC设计注重结构到电路的转化过程，IC验证注重检验结构到电路的翻译一致性
- 数字IC设计的经验天花板低于数字IC验证，这主要体现在后者需要掌握的语言、技能和工作要求较前者更多。

# 验证岗位的技术门槛

## 与FPGA验证职位的比较

- FPGA验证更多的是在做黑盒验证
- 由于FPGA调试的局限性，FPGA验证无法更细致地深入IC设计内部信号，展开底层调试
- FPGA验证的手段目前较RTL仿真验证落后，但速度是其最大的优势，因此在FPGA平台更多从事早期软件开发
- RTL动态仿真、FPGA和模拟（emulation）平台目前处于逐步融合（覆盖率）和阶段，其应用场景不同，但RTL动态仿真对验证的技术要求更高

# 验证岗位的技术门槛

## 与软件测试职位的比较

- 这是最容易引起误会的跨行业的职位比较
- 芯片验证的流程、验证方法学有不少借鉴于软件测试岗位
- 软件测试与软件设计的岗位差异和收入差异远远大于IC验证和IC设计之间的差异
- 对于IC验证较高的技术门槛主要原因在于芯片流片的高昂费用，以及为此需要不断提高的验证质量
- 由此对于验证工程师的综合素质要求要显著高于软件测试职位

# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳

# 验证经验的从0到1

## 大学时期的准备

- 多参加电子设计大赛，培养数字IC电路设计能力，为IC验证练就基本功
- 如果有FPGA开发板，可以针对一些设计展开FPGA的验证工作，理解FPGA验证的局限性
- 如果大学开设有芯片验证课程，那一定要选择该课程
- 如果你的大学没有开设此课程，那么还可以选择路桑的芯片验证在线慕课
- 自学SystemVerilog，结合芯片验证课程一起学习有关的验证语言基础



# 验证经验的从0到1

## 职场小白的准备

- 对于大公司而言，有较为完整的培训课程体系，认真完成与验证有关的实验材料
- 找到一位好的善于指导的**职场导师**，从项目流程、验证经验和技術学习上多方面地向他请教
- 如果有机会的话，最好从一个新的项目开始，从维护原有的验证平台开始，从模块级到子系统级再到芯片级，用一年左右的时间**完整经历一个项目**
- 不要惧怕加班，加班是职场小白能够快速“站稳”的重要手段
- 不只要关注自己负责的模块，也要关注其它有关的模块和优秀稳定的验证环境，再进行环境比较和验证平台的优化

# 验证经验的从0到1

## 虚拟项目练习

- Synopsys SV & UVM实验  
[http://rockeric.com/resource/other\\_resources/](http://rockeric.com/resource/other_resources/)
- 芯片验证基础在线慕课（免费班，MCDF mini版实验）
  - 重点在教授语言基础和方法学思想
  - 36课时，包含2次SV实验，2次UVM入门实验
  - 路桑秋季上线的大学慕课（与西电微电子学院研究生班同步）
- 芯片验证系统学习班（**收费VIP班**，MCDF 全部实验）
  - 重点在教授从语言基础到实战就业的系统全套验证能力
  - **128课时，包含6次SV实验，5次UVM入门实验，4次UVM实战实验**
  - **腾讯课堂** 芯片验证系统学习班-从零基础到实战就业
  - <https://ke.qq.com/course/323495?tuin=11476d8f>



芯片验证系统学习班-从零基础到实战就业-【路科验证】-路桑亲授

14人购买

路桑

**¥7980.00** 可试学

# 验证经验的从0到1

## 一份书单

- 《SystemVerilog验证》 SV的语言基础学习
- 《UVM实战》 UVM源码学习
- 《芯片验证漫游指南：从系统理论到UVM的验证全视界》 从项目实战出发，融合SV语言特性和UVM方法学世界观的验证流程全貌
- 《Verilog与SystemVerilog编程陷阱》 Verilog与SV的语法细节
- 《全面的功能验证：完整的工业流程》 完整的芯片功能验证周期和验证思想
- 《综合与时序分析的设计约束：Synopsys设计约束（SDC）实用指南》 验证和后端综合有关系吗？当然！

# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳

# 技能点的不断提升

## 代码编程

- 学习其它与SV有关的类似面向对象编程语言，做语言之间的技术比较，理解其优势和劣势

C++ 《C++ Primer》

Java 《Java编程思想》

- 为了进一步理解UVM验证方法学的思想源头，建议从软件的设计模式追根溯源

《设计模式：可复用面向对象软件的基础》

《敏捷软件开发：原则、模式与实践》

# 技能点的不断提升

## 代码编程

- 在项目实践中不免会遇到维护他人代码、开发验证IP或者构建大型硬件系统验证环境的情况，这时候代码的结构、命名规则、框架规范、层次理念都会影响代码后期的复用性

《代码大全》

《代码阅读》

《重构：改善既有代码的设计》

《改善程序与设计的55个具体做法》

# 技能点的不断提升

## 效率提升

- 从系统架构、硬件实现、功能验证到后端综合的过程，对于不同的功能芯片，对于不同的公司发展阶段，在IC这样技术封闭明显的领域，都有着许多提升工作效率的机会。
- 从数据图表规范化、设计实现自动化、设计高层次建模、验证平台自动化、测试用例自动化、跨平台验证平台复用和覆盖率合并、后端综合数据一致性等领域，都可以从验证需求角度出发，利用软件语言，实现效率的提升。

# 技能点的不断提升

## 效率提升案例

- **寄存器信息的一致性**（IP-XACT格式）可以实现寄存器模块的设计自动化、UVM寄存器模型的自动化、软件寄存器设置的头文件自动化等。
- **时钟信息存储的一致性**可以实现时钟门控的自动化插入、验证时钟监测的测试用例自动化生成、后端综合时钟信息约束的自动化生成等。
- 在SoC体系处理器核心逐渐增多，品牌与型号亦混合的情况下，如何减轻仿真负载、摆脱处理器存储加载读取等过程，取而代之**虚拟处理器**则成为了高效高速的SoC多核仿真解决方案。



# 技能点的不断提升

## 效率提升案例（续）

- 从验证效率提升而言，验证平台搭建占据了整个验证任务量的1/3，因此**验证平台自动化**也已经成为各大IC设计公司提升验证效率的主流技术策略。
- 对于多核调试，数据流调试，性能验证等测试场景，都需要监测器（monitor）的参与，由此如何将监测器置于关键数据流节点，并且将不同协议的数据进行统一标准处理，继而为SoC复杂系统的调试提供**更高层次的数据统计**提供了一个新的视角。
- 伴随着不同验证工具，包括动态仿真、形式验证、FPGA验证、Emulation验证等多重手段将会在IC设计中并举，那么如何实现**多种工具之间验证覆盖率的合并，跨平台的验证平台设计，断言的多平台复用**等，都将成为新的项目实践课题。

# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳

# 项目实战经验

## 脚本语言

- 大多数EDA工具的命令接口均采用以Tcl脚本语言为基础，扩展其它相关指令的交互方法，因此Tcl脚本语言本身以及针对特定EDA工具的扩展Tcl指令均有必要掌握。
- 在Python未出现之前，Perl（过程Perl以及面向对象Perl）脚本语言承接了项目中数据处理、过程转换、结果比较等事务，从脚本维护角度出发，Perl（至少过程Perl部分）有必要了解。
- 在最近10年中，不少公司和团队都在将以往Perl要处理的部分都转而由Python完成，但这并不是说Python仅仅局限在替代Perl的脚本处理功能，而是因为Python简单易学易读易维护的特点使得不少人转向了Python，因此Python的掌握就很有必要了。

# 项目实战经验

## 回归测试

- 回归测试是验证收敛必备的工作，回归测试可以充分利用服务器运算资源和随机约束特性来填补人力的不足，从而实现功能测试点和覆盖率之间的映射完备性。
- 回归测试也会涉及到公司内部定制的工具，EDA公司提供的工具或者相对简单的Makefile脚本。
- **Makefile脚本**的学习对于Linux环境用户，无论是C编译、RTL文件编译还是验证环境编译（SV/UVM），都将是必要的，这有利于设计文件、验证环境的整体交付便捷，以及小组验证成员之间的团队协作稳定。

# 项目实战经验

## 回归测试（续）

- 如果公司内部需要定制工具，可以考虑结合Makefile和指令接口执行的GUI界面，实现可视化的回归测试操作。
- 在回归测试过程中，发现了设计的缺陷，需要提交到缺陷跟踪系统，该种系统可以简单到版本控制的Excel表格，也可以复杂到专用的商业或者开源缺陷跟踪系统。
- 不同公司都有自己配备的回归测试软件、缺陷跟踪系统、验证进度报告等项目流程，对于进入该家公司的小白不需要在短时间全部掌握，只要做到用到哪里学到哪里，满足日常所需即可。
- 在项目实践中总结与验证有关流程的利弊，提出改进措施，在现有流程上做优化。

# 项目实战经验

## 验证工具

- 动态仿真、FPGA验证、Emulation验证都有自己对应的软件 and 平台，平台之间各有利弊。鉴于三个平台的项目并举约见普遍，应在验证平台创建时考虑跨平台的架构、覆盖率和测试用例实现等因素，从而整体提高验证复用性。
- 静态验证和动态仿真均可嵌入并行断言（concurrent assertion），因此如何设计并行断言容器，实现不同平台下的断言类型使能（assert/cover/assume/expect），以及不同验证方法之间的覆盖率收敛（互补），都将是断言整体实现的考虑因素。

# 项目实战经验

## 验证工具（续）

- 虚拟建模（virtual prototyping, SystemC）亦有自己的工具集合，而譬如将虚拟模型（CPU model）嵌入到RTL模型进行混合仿真，都将要考虑SystemC与RTL管脚转换或者与UVM组件进行TLM通信等因素。
- VIP的使用愈加广泛，如何安装、编译、集成和编写用例也都将作为独立的验证工具子话题，可以做技术分享。
- SV/UVM的商业集成开发环境例如DVT，提高了UVM源码的透明度、调试的便捷性和与仿真器之间的连接。
- 一些新的验证工具也在涌现，需要保持对新技术的敏锐度，例如与便携激励（Portable Stimulus）有关的工具。

# 项目实战经验

## 项目流程

- 小白刚进公司时，不应轻视项目流程的规范性，这对于了解验证重要节点、以及各个节点要求的验证指标都有重要作用。
- 验证计划的制定、内容、实现，对验证计划的进程评估将是从小白到高手的必经阶段。
- 从高手迈向专家或者验证经理的过程中，需要学习验证的管理，掌握验证管理的三要素（时间、人力和任务安排）。
- 如何实现对复杂系统验证的收敛，提升验证收敛的效率。
- 如果你想成为验证经理，带领30~100+人的验证队伍完成一个大型SoC验证项目，那么你就更应该不断积累和规范验证流程。



# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳

# 七年之约和角色转换

## 七年意味着什么？

- 从小白到合格的verifier需要一年左右的时间
- 从合格的verifier到独当一面的模块owner需要三年左右的时间
- 从模块owner到多面手或者验证leader需要三年左右的时间
- 因此如果你想在验证领域小有成就，那么请**做好七年的准备**
- 这七年需要不断积累和进步，学习新的语言、方法、工具，经历不同的项目——有成功也有失败
- 从验证组成员到验证主管，是**既需要职业策略，也需要职业专注力（耐力）**的七年

# 七年之约和角色转换

## 如何过渡职业倦怠期

- 有超过一半的verifier会在技术提升的过程中折戟到职业的第四到第五个年头，这是个大致的时间段
- 往往在第四年，已经如同螺丝钉一样“固化”在需要你的岗位，没有什么大的变化，公司和项目可能会更希望你一直在目前“适合”你的岗位做出贡献
- 这种容易让人产生倦怠的工作方式需要有积极应对的办法，继而在接下来的时间做进一步的技术提升
- 应对的办法包括参与全新的项目（负责新的模块验证），承担独立子系统的验证工作，验证岗转到设计岗、软件岗（短期），做与提升验证效率有关的自研DAE工具开发等

# 七年之约和角色转换

## 如何过渡职业倦怠期（续）

- 在提出上述积极应对方法时，你还需要考虑让你的经理没有理由拒绝的办法，譬如平时就充当多面手、项目清道夫的角色，在项目过程中做设计、验证、后端、软件之间的协调工作，平时就注意提高验证的效率，多实现验证流程规范化和整合的工作，或者做一些从0到1的工作（你的不可替代性），继而在与经理做职位转换的工作中拥有足够的话语权
- 如果上行办法依然无解，那么你还可以祭出离职最后一招，但请注意离职只是手段，不是最终目的，路桑不建议以加薪为第一目标的离职，主要原因不只是该做法短视，而也在于IC行业头部垄断，离职若干次的悲剧将会是——无槽可跳，因此——且跳且珍惜

# 七年之约和角色转换

## 第二个七年的角色转换

- 在从小白转化成为高手以后，接下来就需要考虑IC职业的第二个七年的角色转换了。
- 如果需要专注于IC的某一个领域例如验证，那么你还可以用更多的时间学习精进，继而成为一名**技术专家**。
- 在大公司、跨国公司中，技术专家的话语权与同级别的管理者是相同的，有着一样高的**技术阶梯**可以晋升，例如研究员或者科学家（researcher/fellow/scientist）。
- 有此抱负者，不妨顺手关注如何一边在职一边完成一个博士学位，毕竟在IC这么长链条的行业，精通某一细分领域，**一个Dr.头衔有助于锚定你的话语权**。

# 七年之约和角色转换

## 第二个七年的角色转换（续）

- 如果你对于35岁以后的技术学习热情不太笃定，那么你还可以考虑从验证工程师转为公司内部的**验证平台工程师**（为项目做技术支持）或者DAE公司的**IP工程师、应用工程师（AE）**。
- 如果要从产品的角度做到“头部”，那么也可以从验证专家转为**硬件架构工程师**，这一转岗的逻辑在于验证专家在具备充分的SoC项目验证管理经验以后，对于设计架构、实现、整体项目流程都具备一定认识，所以从设计岗或者验证岗转为硬件架构乃至产品架构工程师都是有路径的。

# 七年之约和角色转换

## 第二个七年的角色转换（续）

- 同样地，如果对于35岁这个年龄在技术职位上（越老越珍贵的都是战斗级的“精品”）不准备继续像年轻人一样发力，你还可以转为**项目经理**（管理驱动型）或者**技术经理**（技术驱动型），也就是所谓的一线经理（line manager），从此朝向管理梯队进发，做到高级经理、部门技术总监乃至CTO。
- 在大公司内部，技术专家和高级经理的话语权相同，且都有机会做到CTO和其它重要的技术部门总监。
- 上述的建议依然基于你的**第一个七年可以保持专注力**，从小白到熟手再到高手的一步步的进阶。

# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳



# 后续技能提升

如果你要做技术专家



- 鉴于IC行业无论是设计还是验证，在学术方面的突破点都已极其困难，而更多地转为效率和架构从需求到实现的工程应用和商业转化，因此需要多参加一些全球性的工程行业大会。
- 首推的是DVCon(Design and Verification Conference)，DAC（Design Automation Conference）这两个全球性的大会，起源于美国，而后来已在全球其他IC重要地区举办年度大会，包括欧洲和近些年在市场份额和技术提高加快的中国。
- DVCon中国官网和论文投递链接：  
<https://dvcon-china.org/zh-hans>

# 后续技能提升

## 如果你要做技术专家（续）



- 如果你在项目中有了独特的解决方案，显著地提升了验证效率或者解决了某一类共性的验证问题，那么你就应该在你工作的任何时候准备发表一篇DVCon的验证论文，继而增加你在行业的知名度（不单单只是在你的公司内部），为将来的技术晋升做好准备。
- 作为DVCon2017中国和DVCon2018中国两届最佳论文得主，以及DVCon2019中国大会主席，路桑将和路科验证一同为DVCon2019上海大会的成功举办做出努力。

# 后续技能提升

## 如果你要做项目/技术经理

- 那么你应该在你工作的第四个年头甚至更早阶段，就有意识地开始**培养新人**（锻炼你的沟通、指导能力）。
- 从接手完整的模块继而转到接手完整的子系统，**从一个小团队**（3-5人）**到一个中型团队**（5-20人），在不同时期都应该做好既关注技术又关注团队，尤其在你的技术能力还不足以支撑你做好管理接下来要迎接的50-100+人团队的时候。
- 与技术专家的身份攻读一个博士学位相类似，你也应该在下一个七年考虑读取一个含金量较高的**MBA学位**，尤其在你已经具备了管理超过20人以上的团队，既有了管理的初步体会，也有了项目执行的困惑时，带着问题去学习收获会更大，而**MBA对于管理岗的晋升目前依然有着积极作用**。

# 后续技能提升

## 如果你要做项目/技术经理（续）

- 在准备转换到项目经理或技术经理之前，你需要诚实地询问自己，自己选择这样的角色转换究竟是从内心的兴趣和职业发展考虑，还是由于受到了外部职业危机的困扰做的选择。
- 因为你需要知道，我们这一代**IC技术专家**在未来老龄化的社会（人口红利大潮退却）和IC行业半衰期较长特点的情况下，依然会有**就业岗位**和应有的**尊重**。
- 如果从技术岗转换到管理岗的过程中充满了重度排斥作用，那么即便再转回到技术岗，做一个有同样话语权的技术专家也不是一件丢人的事情，至少你证明了自己**更适合的身份**是技术专家。

# Agenda

1. 芯片验证职位概述
2. 验证岗位的技术门槛
3. 验证经验的从0到1
4. 技能点的不断提升
5. 项目实战经验
6. 七年之约和职位角色转换
7. 后续技能提升
8. 如何完成验证职位的三级跳

# 如何完成验证职位的三级跳

## 从小白到合格——免费在线慕课

- 系统掌握SystemVerilog语言要点，UVM验证方法学核心，可关注路科验证公众号，注意2018年秋季的大学免费慕课《芯片验证基础》在线注册学习和答疑。
- 路科验证联合西安电子科技大学推出了此次慕课，主要针对SV和UVM基础，重在理论，其次在少量实验，目的在于更快更广地将验证主流技术和思想推广到全国各大高校。
- 该慕课基于在西安交大和西安电子科技大学过往三年的微电子学院校企联合课程，经过不断完善，终于得以在第四个年头与全国大学生，也可以实现路桑希望将芯片验证的理念推广到全国的心愿。

# 如何完成验证职位的三级跳

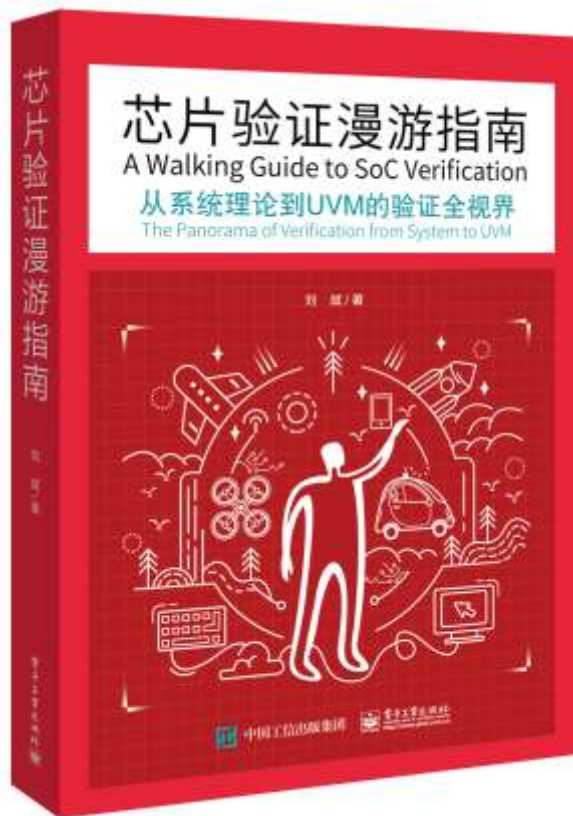
## 从小白到合格——免费在线慕课

- 自2015年起在两所全国**示范性微电子学院**客座教授研究生芯片验证课程的基础内容。
  - 2015-2016，于西交微电子学院开设双语课程《SoC系统验证》。
  - 2015-至今，于西电微电子学院开设课程《SystemVerilog芯片验证》。
  - 累积培养超过500名学员，遍布中国各大IC名企。
- 路科开展的与高校**产学合作**、联合培养人才的模式得到高校和企业的一致认可。
  - 每年的秋招和春招，掌握验证基础的在校生有显著**优于他人**的竞争力
  - 为企业节约了半年以上的时间和财力成本，毕业生**直接上岗**
- 以就业的学生得到了雇主的认可，路科的口碑在行业中进一步巩固，为蓬勃发展的IC行业输送了专业的IC验证工程师。

# 如何完成验证职位的三级跳

从小白到合格——免费在线慕课

- 《芯片验证漫游指南——从系统理论到UVM的验证全视界》
- 首部面向高校集成电路设计相关专业的芯片验证教材。
- IC行业产学研结合的典范，书中的基础内容已投入到示范性微电子学院教学并得到检验。
- 创新IC工程实践教学，真正实现“眼到”+“手到”+“心到”的三到教学，使学员能够充体会验证哲学，建立验证职业化心态。





# 如何完成验证职位的三级跳

从合格到熟手——腾讯课堂VIP课程

- 从接受验证基本思想，掌握核心语法到独自构建验证环境、编写测试用例、实现验证收敛还有相当一段路要走完，而路科验证三年多来一直深耕于芯片验证领域，可以说是IC业界独一无二的专业度和认可度。
- 路科验证自2016年4月创建初就专注在验证系统思想和前沿工程领域，拥有一支活跃的技术原创团队，为高校微电子相关专业学生与IC从业人员提供技术食量。
- 在超大型SoC项目中实现创新提高验证质量，并且结合多年项目积累在近些年的IC设计验证行业会议中发表高质量论文并演讲。
- 路桑连续获得两届DVCon中国最佳论文奖，同时担任DVCon中国2019年大会主席。

# 如何完成验证职位的三级跳

## 从合格到熟手——腾讯课堂VIP课程

- 课程内容贯穿于高校教材《芯片验证漫游指南——从系统理论到UVM的验证全视界》。
- 该教材总共分为**四大部分**
  - 1) 验证系统理论。包括验证的周期、策略、方法、计划、管理以及平台结构。
  - 2) SystemVerilog验证。结合SV核心和MCDF子系统，从零构建基于SV的验证平台。
  - 3) UVM入门和进阶。在SV验证基础上，进一步学习UVM，再构建UVM的验证平台。
  - 4) UVM项目实战。结合系统理论和UVM基础，真正模拟项目周期，完成RTL全流程。
- 通向**专业化验证的三部曲**
  - 模块一：系统理论及SV验证（适合零基础）
  - 模块二：UVM入门和进阶（适合SV基础）
  - 模块三：UVM项目实战（适合有UVM基础）

# 如何完成验证职位的三级跳

## 验证理论及SV验证（适合零基础）

验证理论

System  
Verilog

课程结构	教学方式
【通识】 芯片开发概述、职业前景、验证任务和目标、验证周期	讲授
【SV】 数据类型、过程语句、设计连接和验证结构	讲授
【SV】 接口、采样、驱动、测试的始终、调试方法	讲授
【SV】 随机的约束、分布、控制，随机数组，随机句柄	讲授
【SV】 类的继承、方法、对象，包的使用	讲授
【通识】 验证的计划、功能设计描述、内容构成、进程评估	讲授
【通识】 验证的管理、检查清单、管理要素、回归测试	讲授
【通识】 验证环境的结构和组件（激励、监测、比较）	讲授
【SV】 线程控制、线程间的同步（事件、旗语、信箱）	讲授
【SV】 代码覆盖率、功能覆盖率（组、仓、采样、分析）	讲授
【SV】 类型转换、虚方法、对象复制、回调函数、参数化的类	讲授
【通识】 验证方法（仿真、形式、模拟、虚拟、功耗、性能）	讲授
【实验】 实验0到实验5，共6个实验，每周一个实验验收和答疑	上机实验

# 如何完成验证职位的三级跳

UVM入门和进阶（适合SV基础）

UVM  
入门进阶

课程结构	教学方式
方法学时代概述、UVM类库地图、工厂机制	讲授
核心基类， phase机制， config机制， 消息管理	讲授
组件家族， uvm_driver, uvm_monitor, uvm_sequencer	讲授
uvm_agent,uvm_scoreboard,uvm_env,uvm_test	讲授
TLM通信， 单向、双向及多向通信， 通信管道	讲授
TLM2通信， 同步通信元件	讲授
Sequence和item, Sequence和driver	讲授
Sequencer和sequence, sequence的层次化	讲授
UVM寄存器， 寄存器模型的生成	讲授
寄存器模型的常规方法和场景应用	讲授
C-DPI的接口使用介绍， 覆盖率驱动测试探索， SVA的应用	讲授
SV与UVM的验证环境搭建比对， 垂直复用和水平复用探讨	讲授
【实验】 实验0到实验5， 共6个实验， 每周一个实验验收和答疑	上机实验

# 如何完成验证职位的三级跳

UVM项目实战（适合UVM基础）

UVM  
实战

课程结构	教学方式
改进MCDF结构，实现AHB及SRAM的标准化设计接口	讲授
验证IP组件从零开始构建和发布的要素	讲授
原有MCDF验证环境的组件更新和复用	讲授
如何实现UVM和C的测试用例垂直复用	讲授
功能覆盖率和SVA在总线VIP的应用	讲授
学习寄存器标准化信息结构，实现UVM寄存器自动化生成	讲授
UVM寄存器测试的深度应用和寄存器覆盖率的应用	讲授
总线访问的解析和性能在线分析的应用	讲授
【实验】实验0到实验3，共4个实验，每周一个实验验收和答疑	上机实验

# 如何完成验证职位的三级跳

免费慕课 vs 收费VIP

免费慕课	收费VIP
36课时	128课时
与西电线下研究生（200人）同步	定制小班
同时在线人数估计超过500人	40人以内私享体验
语言基础为主，验证思想其次	全套验证技术+实战就业能力培养
4次基础实验，新手村报到	15次实验，从零基础到熟手
学员自学为主	全程跟踪督学，全天在线答疑
学员自主完成实验，缺少足够辅导	作业批改，路桑一对一咨询
与大学学期同步，注册课程时间有固定期限，学期结束即关闭课程页面	随到随学，在线直播，赠送内部讲义，一年之内不限次回看录播
适合人群：在校大学生（本科/研究生），对于验证零基础的同学	适合人群：处于毕业迷茫期的大学生，工作三年内转行的在职人士，从事验证工作的初级工程师

# 如何完成验证职位的三级跳

## 从熟手到高手

- 从技术“舒适区”转向“挑战区”，譬如从动态验证转向形式验证或者FPGA/emulation验证。
- 无论你是否想要成为一名技术专家，管理一个验证团队（20+）将会为你带来宝贵的验证管理经验，且影响你去更好更合理的提升验证效率，因为你更懂得verifier们的痛点。
- 请务必记住不断的学习，将会是你克服验证技术半衰期的法宝，验证与SoC设计集成的效率鸿沟将会加速未来十年验证手段的更新，所以验证领域的学习较其它细分领域更显得重要。

# 如何完成验证职位的三级跳

## 从熟手到高手（续）

- 在执行项目的过程中，如何能够度过危险的**职业倦怠期**，也需要引起verifier们的注意，要完成技术的提升就离不开路桑建议在平时就注意建立自己在公司**不可替代的形象**。
- 有学习和积累，也就应该有“输出”的习惯，无论是针对解决具体验证问题的**DVCon论文**的撰写，还是将特定系统的验证方案做**公司内部分享**，都有助于自身对验证思想的总结和升华。
- 最后一句，送给诸位和路桑自己——  
**知道的越多，知道自己不知道的也就越多，越学习也就越谦虚。**



# 路科验证

芯片验证技术 咨询&培训

专注于系统验证思想和前沿验证资讯，  
为 IC 从业人员提供技术食粮。



长按关注 与路科验证一起进步！



感谢大家!