

EDA技术初探

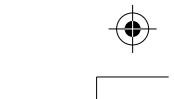
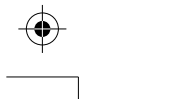
微课视频版

于东亮 © 著



清华大学出版社

北 京



内 容 简 介

本书讲述从零开始用 C 语言实现电路仿真的全过程，完成了对 EDA 内核细节的初步探索。

本书共 7 章，按照从零开始构造电路仿真代码的过程，说明了在技术资料缺乏的情况下怎么解决电路的仿真问题。第 1 章 EDA 简介，第 2 章电路的面向对象设计和序列化，第 3 章布线算法，第 4 章简单数字电路的计算，第 5 章硬件编程语言的制作，第 6 章简单模拟电路的计算，第 7 章简单集成元器件的支持，基本涵盖了简单电路的仿真技术。

本书适合初学者入门 EDA 领域，也可用于资深人员开发 EDA 代码或支持新元器件时的基础框架，还可用作高等院校和培训机构的教学参考书。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

EDA 技术初探：微课视频版 / 于东亮著. -- 北京：清华大学出版社，2026. 5.
(计算机技术开发与应用丛书). -- ISBN 978-7-302-71596-2

I. TN702

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20265J2P45 号

责任编辑：赵佳霓

封面设计：吴 刚

责任校对：时翠兰

责任印制：丛怀宇

出版发行：清华大学出版社

网 址：<https://www.tup.com.cn>，<https://www.wqxuetang.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-83470000 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

配套资源下载：<https://www.tup.com.cn>，010-83470236

印 装 者：三河市天利华印刷装订有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：186mm×240mm 印 张：12 字 数：262 千字

版 次：2026 年 6 月第 1 版 印 次：2026 年 6 月第 1 次印刷

印 数：1~1500

定 价：49.00 元

产品编号：111301-01

前言

PREFACE

随着芯片技术的高速发展，EDA 软件越来越成为关键技术。目前常见的 EDA 并不少，但却很少有资料提到 EDA 内核是怎么编写的。笔者根据自己的编程和电路知识编写了一个简单的电路仿真器（Simple Electronic Simulation, SES），初步探讨了用 C 语言实现电路仿真时面临的问题和解决办法，揭开了 EDA 内核的神秘面纱。

本书以笔者编写的 SES 电路仿真器为基础，讲述了从零开始为简单数字电路和简单模拟电路编写仿真代码的全过程。

本书主要内容

第 1 章主要讲述电路设计面临的问题和 EDA 技术简介。

第 2 章讲述电路的面向对象模型和它在磁盘文件上的保存和加载，即序列化机制。

第 3 章是布线算法，用于把电路模型的二进制文件转换成人眼可见的电路图。

第 4 章讲述用三极管和电阻搭建简单数字电路的方法，并着重讲述了电路的拓扑结构分析和仿真算法。

第 5 章是硬件编程语言的制作，说明了把高级语言转换成电路模型的主要过程，并探讨了二进制的加法、乘法和除法的实现。

第 6 章是简单模拟电路的仿真，说明了怎么分析电容和电感的影响，着重讲述了正弦振荡器的仿真。

第 7 章为集成元器件的面向对象扩展，说明了怎么让 SES 框架支持新的元器件。

后记主要说明了编写 SES 仿真器时遇到的问题和解决思路，以及与之相关的代码更新情况。

阅读建议

本书需要读者具有简单的电路知识，了解电阻、电容、三极管等常见元器件的大概作用。第 4 章需要读者熟悉图的深度优先搜索算法，第 5 章需要读者对编译器有一定的了解。

资源下载提示

素材（源码）等资源：扫描目录上方的二维码下载。

视频等资源：扫描封底的文泉云盘防盗码，再扫描书中相应章节的二维码，可以在线学习。

致谢

感谢父母，感谢清华大学出版社赵佳霓编辑的细心指导，感谢我的所有关注者。
由于时间仓促，书中难免存在不妥之处，请读者见谅，并提出宝贵意见。

于东亮
2026 年 4 月



本书源码

目录

CONTENTS

第 1 章 EDA 简介 (⏮ 23min)	1
1.1 电路设计的难点	1
1.2 EDA 技术简介和代码架构	1
第 2 章 电路的面向对象设计和序列化 (⏮ 29min)	4
2.1 电路的组成要素	4
2.2 基于 C 语言的序列化框架	5
2.2.1 可序列化结构体的定义	5
2.2.2 序列化的代码实现	7
2.2.3 对象模型的加载	9
2.2.4 对象模型的内存释放	10
2.3 电路结构的描述	11
2.3.1 电路函数的数据结构	12
2.3.2 电路模型的常用函数	16
2.3.3 元器件的面向对象描述	18
2.3.4 电路图的构造方法	21
第 3 章 布线算法 (⏮ 84min)	25
3.1 导线与元器件之间的关联度	25
3.1.1 引脚的共线分析	25
3.1.2 共线分析的代码实现	26
3.1.3 平面几何的布线难题	30
3.1.4 导线之间的共享元器件	31
3.2 电路的拓扑结构分析	33
3.2.1 电路的拓扑结构	34
3.2.2 电路的支路探测	35
3.2.3 电容和电感的拆分	43
3.2.4 电路的层次树	45

3.2.5	并联分析	47
3.2.6	电桥的划分	51
3.2.7	连接分析	52
3.2.8	串联分析	53
3.2.9	支路的数据结构	55
3.3	简单布线算法	57
3.3.1	层次树的平面布线问题	57
3.3.2	层次树的展开和导线的排序	59
3.3.3	层次树的展开算法	61
3.3.4	导线 y 坐标的计算	64
3.3.5	引脚坐标和导线长度	65
3.3.6	引脚 x 坐标的调整	67
3.4	元器件冲突与图的着色算法	68
3.4.1	元器件冲突图的构造	68
3.4.2	图的着色算法	70
3.4.3	最终的布线函数	73
第 4 章	简单数字电路的计算 (▢ 64min)	77
4.1	简单门电路	77
4.2	电路状态的求解	79
4.2.1	仿真时的支路探测	80
4.2.2	三极管的动态电阻	82
4.2.3	支路电阻和集电极电位	84
4.2.4	多级三极管的串联	87
4.2.5	断路状态的检测	89
4.3	节点电压法	92
4.3.1	节点电压法简介	92
4.3.2	节点电压法的求解步骤	94
4.4	电路仿真的代码框架	95
4.4.1	电路仿真的主流程	95
4.4.2	电路的瞬时结构	100
4.4.3	节点电压法的求解	107
4.4.4	三极管的伏安曲线和巴拿赫不动点定理	115
第 5 章	硬件编程语言的制作 (▢ 31min)	120
5.1	用代码描述硬件	120

5.2	SCF 后端的 EDA 模块	121
5.2.1	编译器后端的面向对象设计	121
5.2.2	电路模型的生成框架	123
5.2.3	与运算的电路模型	124
5.2.4	加法的电路实现	128
5.2.5	电路图的生成	133
5.2.6	乘法的电路实现	135
5.3	除法的实现原理	139
第 6 章	简单模拟电路的计算 (🕒 49min)	142
6.1	电路的时序状态	142
6.2	电容和电感的状态变迁	143
6.2.1	电容和电感的求解公式	143
6.2.2	电容和电感的仿真代码	144
6.3	正弦振荡器的仿真	148
6.3.1	正弦振荡器的瞬态过程	148
6.3.2	正弦振荡器的振荡效果	152
6.3.3	振荡器的频率和离散傅里叶变换	153
6.3.4	基于 PNP 三极管的正弦振荡器	157
6.4	Colpitts 振荡器的仿真	158
第 7 章	简单集成元器件的支持 (🕒 35min)	164
7.1	集成元器件的面向对象描述	164
7.1.1	集成元器件的内部电路图	166
7.1.2	集成元器件的初始化	170
7.1.3	集成元器件的面向对象机制	172
7.2	集成元器件的电路分析	174
7.2.1	集成元器件的支路探测	174
7.2.2	集成元器件的仿真效果	176
	后记	178