

让一切变得更容易!

Circuit Analysis

FOR

达人速 DUMMIES®

电子达人

我的第一本电路分析手册

主要内容:

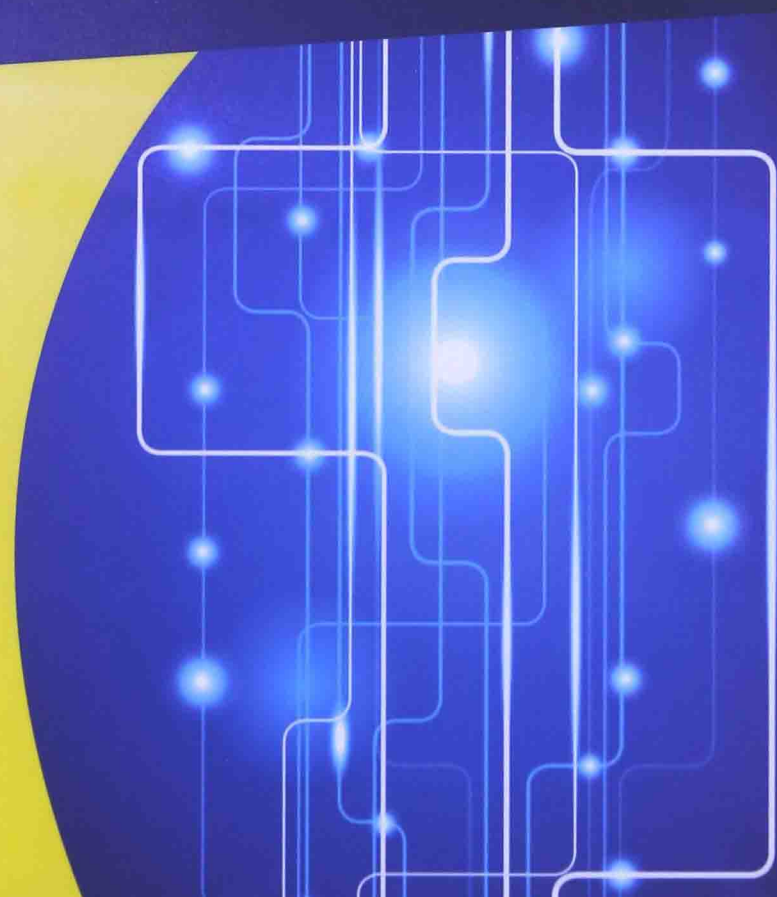
1. 掌握电阻电路、基尔霍夫定律、等效子电路等

- 大学电路分析课程的补充
- 在电路分析课程考试中取得高分

◎ [美] John Santiago 著

◎ 吴倩倩 译

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



Circuit Analysis

FOR
DUMMIES

达人迷

电子达人

我的第一本电路分析手册

◎ [美] John Santiago 著

◎ 吴倩倩 译

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

电子达人 : 我的第一本电路分析手册 / (美) 圣地亚哥 (Santiago, J.) 著 ; 吴倩倩译. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2015. 1
(达人迷)
ISBN 978-7-115-37378-6

I. ①电… II. ①圣… ②吴… III. ①电路分析—技术手册 IV. ①TM133-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第255927号

版权声明

Original English language edition Copyright © 2013 by Wiley Publishing, Inc.. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc.

本书原英文版本版权©2013 归 Wiley Publishing, Inc.所有。未经许可不得以任何形式全部或部分复制作品。本书中文简体字版是经过与 Wiley Publishing, Inc.协商出版。

商标声明

Wiley, the Wiley Publishing Logo, For Dummies, the Dummies Man and related trade dress are trademarks or registered trademarks of John Wiley and Sons, Inc. and/or its affiliates in the United States and/or other countries. Used under license.

Wiley、Wiley Publishing 徽标、For Dummies、the Dummies Man 以及相关的商业特殊标志均为 John Wiley and Sons, Inc.及其子公司在美国和/或其他国家的商标或注册商标。未经许可不得使用。

内 容 提 要

本书详细讲述了经典电路分析相关的各种知识, 包括电阻电路、基尔霍夫定律、等效子电路等, 内容全面, 能为您解答在电路分析过程中可能会遇到的各种问题。本书不仅适用于电子工程师、学生及电子爱好者, 同时还是大学电路分析课程的补充, 能帮助您在学习电路分析课程考试中取得高分。

-
- ◆ 著 [美] John Santiago
 - 译 吴倩倩
 - 责任编辑 紫 镜
 - 执行编辑 魏勇俊
 - 责任印制 周昇亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
 - 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 18.25 2015 年 1 月第 1 版
 - 字数: 293 千字 2015 年 1 月河北第 1 次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2014-2011 号
-

定价: 69.00 元

读者服务热线: (010) 81055339 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



供我们使用的参考书！

畅销书 系列：

你是否觉得传统的参考书里包含太多的技术细节和根本用不上的建议？你是否因为嫌麻烦而没有将生活中一些重要决定付诸实施？如果确实如此，我们专业知识和普通内容相结合的“达人迷系列”就正好适合你使用。

很多人努力工作却总有挫败感，他们知道自己并不愚笨，但种种个人和工作原因及相关的恐怖传言使他们深感无助，这套“达人迷系列”就是为他们而著。“达人迷系列”的讲解方法轻松活泼，风格切合实际，还采用了漫画和有趣的图标，可以驱散人们的恐惧感，使他们重建信心。该系列书轻松但不轻率，提供的完美生存指南能够帮你解决每天碰到的个人问题和工作难题。

“‘达人迷系列’不仅是一套出版物，更是当今时代的标志。”

——《纽约时报》

“里面包括大量详尽而权威的信息……”

——《美国新闻与世界报道》

“购买这套书绝对是明智的选择。”

——《华尔街日报》评论员
沃尔特·莫斯伯格对达人迷系列的评价

成千上万的读者对“达人迷系列”感到满意，完全同意上述评价。在他们的支持下，该系列书在初级计算机书系列排名中名列第一，也被评为最畅销的商业图书系列。读者已经多次来信要求购买更多的“达人迷系列”图书。因此，如果你想以最好、最快捷的方式学习商业或其他领域的基本知识，就翻看“达人迷系列”吧，它会助你一臂之力的。

关于作者

John Santiago 于 2003 年从军队退役，结束了他长达 26 年的美国空军服务生涯。他参与并领导了技术项目管理、引进发展及作业研究支持等多个方面的工作。在被美国空军派遣到欧洲工作的 3 年期间，他担任 40 多个国际科技会议或研讨会的指导委员会成员。

John 在许多工程领域和项目任务中都有实践经验，包括：通信系统；电光；高能激光器；制造导弹搜寻器或传感器；图像处理与识别；信息技术；空间、空气和导弹预警；导弹防御及家园防御。

其中 John 最喜欢的一份工作是他 1984—1989 年期间在美国空军学院担任副教授的工作。而 John 目前是科罗拉多技术大学电气与系统工程系教授，在那里他教授了 26 门与电气和系统工程相关的课程，本科和研究生课程均有涉及。

他所获得的一些奖项包括：2008 年科罗拉多技术大学年度教员；1989 年美国空军学院杰出军事教育家；1998 年美国空军学院杰出电气工程教育家。

在他任职于美国空军期间，John 在新墨西哥大学获得了电子工程专业博士学位；他在武装部队工业学院获得了资源战略专业的理学硕士学位，同时他也在空军学院获得了电子工程专业工学硕士学位，专攻电子光学；他本科则毕业于加州大学洛杉矶分校。

1982 年 2 月 14 日与 Emerenciana F. Manaois 结婚。

更多作者背景和经历可以从 www.FreedomUniversity.TV 获取。

简 介

电路分析在工程类院校通常是那些被排除的课程之一。无论你是想要通过这门课程的考试，还是不需要通过考试但开始思考一些与其相关的问题，都要学习。因为工程学是一个值得学习的领域所以我不想你被排除在外。这本书帮助你理解那些困扰你的电路分析概念。同时，学习使用一些分析工具来帮助你快速直观地探索电路状态。

你可以使用本书中学习到的工具，并将其应用到任何高科技发明或是热潮当中。你不仅能通过考试，而且能将这些概念引申到现实世界，让人类的生活更舒适安逸、方便快捷，也为自己节省了更多时间来做有用的事情。

关于这本书

如同“达人迷”系列里的其他书一样，《电子达人——我的第一本电路分析手册》并不是一本教科书。相反，它是一本参考书，而且并不需要你从头阅读到尾，当然了，如果你喜欢阅读整本书也是可以的。你可以直接跳到那些理解困难的概念处翻阅。无论哪种方式，你都会在一些现实世界的含有电路概念的例子中学到有用信息，而这些电路概念往往是很难想象的。

本书中所常见的约定标志

我在本书中使用了如下约定来使内容一致易懂：

- 新词以斜体字出现并且其后紧跟其易于理解的定义。同样的变量以斜体字出现。
- **粗体**用来突出显示项目符号列表的关键字和编号步骤的操作，也表明向量。
- 小写字母表示随时间变化的信号，大写字母表示恒定的信号。例如， $v(t)$ 和 $i(t)$ 表示电压和电流是随时间变化的信号。然而如果用 V 和 I 表示，那么它表示电压、电流都是恒定的信号。

你可以不用读的地方

尽管我很乐意你能通读全书，但你也可以略过补充栏里的内容（本书中的阴影框部分）及有“这叫技术支持”标志的段落。

武断的假设

也许我有些极端，但我在写这本书的时候，针对的是如下这些读者。

- 目前你在上电路分析入门的课程，你需要一些帮助来学习相关概念和技术。或者你准备在下个学期学习电路分析课程，而现在你想要一些补充材料来做一些预习。
- 你很熟悉线性代数和微分方程。
- 你学习过一门介绍性的物理课，在其中你了解了功率、正负电荷、电压和电流等概念。

本书的组织结构

电路分析从你的数学和物理课中集成了一些主题，并引进了一些方法来分析电路状态。为帮助你快速理解这些概念，我将本书分为几个部分，每个部分包含了相同主题的几个章节以供阅读。

第一部分：电路分析起步

这部分有一些进行电路分析的必备基础知识，包括工程术语、概念和方法。在这里，我帮助你迅速掌握电流分析的主要几个方面，这样的话你就能分析电路，创建电路并预测将要发生的事情。如果你对电流、电压、电源、欧姆定律还有基尔霍夫定律都很熟悉的话，你可以把这一部分当作一个复习回顾。

第二部分：应用分析法分析复杂电路

这部分主要针对较复杂电路的总体分析方法。当你有太多联立方程组要求解或是电路太复杂，你可以使用这些方法来减少方程数量或是简化电路到你所能接受的程度。

第三部分：了解电路中的晶体管和运算放大器（本书中也简称运放）

这部分讲述需要电源才能工作的两种设备。你可以用晶体管做电流放大器，用运放做电压放大器。

第四部分：在一阶电路和二阶电路中应用时变信号

这部分难度有所增加，因为你要处理变化的信号及含有像电感和电容的无源存储设备的电路。你也需要学习微分方程来分析一阶和二阶电路的状态。

第五部分：电路分析中的先进技术和应用

这部分解决第四部分提到过的一些问题，并且将微积分问题转化成一个简单的代数问题。这种转换是通过相位器和拉普拉斯变换进行的。你可以从极点和零点等式观察电路状态，它们也形成了电路的频率响应，也叫过滤器。

第六部分：十个应用

这里你可以找到 10 个令电路更加有趣的应用和技术。

本书中使用的图示

为了使本书更易阅读和使用，我使用了以下一些图示来帮助你找到重要信息。

每次你一看到这个图示就表明这些信息在你阅读完本书后还值得回味，即使你读完后什么也不记得。



这个图示之后出现一些有趣但并不重要的信息。你可以大胆地略过它们不读。



这个靶心状的图示指出一些节省你分析电路时间的好建议。



这个图示提醒你在分析电路过程中绝对不能犯的致命错误。



本书从何读起

本书不是一本小说，你既可以通读全文，也可以跳到中间开始看。如果你喜欢用微积分的方法解决电路，那可以直接跳到一阶和二阶电路那一章。如果你不习惯用微积分分析电路或者你想了解拉普拉斯变换分析法，那么直接跳到第十六章就好。

如果你仍不清楚从哪里开始阅读，或者对电路分析起步一点头绪都没有，没有关系，那正是我这本书可以帮助到你的地方。大胆地打开书尝试开始阅读吧。我建议你从第一部分的章节开始往后阅读学习。

献辞

致我的天父，感谢你所有的祝福，尤其是把家人和朋友带到我身边。

致我亲爱的 Emily，谢谢你对我的爱及一成不变的支持。

致我的父母，感谢你们勇敢地 from 菲律宾移民到美国同我一起生活。

致那些美国的开国元勋，他们是工程师和有远见的领导者，创立了这个美好的国家。致他们的天才创意和那些站在他们肩膀上的人，尤其是下一代的工程师们。

致那些勇于怀疑在电路分析方面除了欧姆定律和基尔霍夫定律之外另有其他妙法的人们。

作者的致谢

许多人对本书的写作提供过帮助，我想一一致谢。首先，感谢美国空军学院、西佛罗里达大学及科罗拉多技术大学曾经参与过我所教课程的学生们，是你们这么多年来向我提出了许许多多问题促使我不断去学习，让我变成一个好的老师。

接下来，我要感谢促使这本书成功出版的团队人员。首先感谢我的代理人 Matt Wagner，他联系了我说想写这么一本书。然后要特别感谢的是 Wiley 的工作人员，是他们让这本书的出版得以实现：我的收购编辑 Erin Mooney；我的项目编辑 Jennifer Tebbe；我的版权编辑 Danielle Voirol。

我还要再次感谢我的妻子对我的鼓励，以及她在我写作期间为家庭和社区的忙碌与付出。

内 容 一 览

第一部分 电路分析起步	1
第一章 电路分析简介	3
第二章 明确基本电路概念和电路图	11
第三章 用基尔霍夫定律探索简单电路	19
第四章 使用源变换和分割法简化电路分析	33
第二部分 应用分析法分析复杂电路	51
第五章 在节点处应用节点电压分析法	53
第六章 在回路中建立网孔电流方程	65
第七章 使用叠加法一次解决一个问题	75
第八章 应用戴维南和诺顿定理	89
第三部分 了解电路中的晶体管和运算放大器	103
第九章 受控源和相关晶体管	105
第十章 让运算放大器对复杂的数学进行快速计算	121
第四部分 在一阶电路和二阶电路中应用时变信号	137
第十一章 制作时髦功能的波形	139
第十二章 分析含有电容器和电感器的电路	153
第十三章 求解一阶电路	167
第十四章 分析二阶电路	183
第五部分 电路分析中的先进技术和应用	197
第十五章 波函数向量的相位移动	199
第十六章 使用拉普拉斯变换预测电路状态	213
第十七章 应用拉普拉斯变换法进行电路分析	231
第十八章 专注频率响应	245

第六部分 十个应用.....	261
第十九章 电路的十个实际应用	263
第二十章 十个影响电路的技术	267

目 录

第一部分 电路分析起步	1
第一章 电路分析简介	3
从电流和电压开始	3
跟着电流走	4
认识电势差	4
接地与零电压	5
用被动符号约定一些方向	6
从基础定律开始	6
更复杂电路的测量分析方法	7
晶体管和运算放大器	7
处理时变信号、电容器和电感器	8
使用高级方法避免微积分	8
第二章 明确基本电路概念和电路图	11
寻找电流 - 电压关系	11
用电阻吸收能量	12
提供零电阻：电源和短路	13
面对无限大阻抗：理想电流源和开路	14
全有或全无：用理想开关构造开路、短路	15
用电路图绘制	15
跟着回路转圈	16
用节点开门见山	18
第三章 用基尔霍夫定律探索简单电路	19
展示基尔霍夫著名的电路定律	19
基尔霍夫电压定律 (KVL)：能量守恒	20
基尔霍夫电流定律 (KCL)：电荷守恒	22

使用 KVL, KCL 和欧姆定律处理电路	24
使电源和电阻共同工作	24
串联电路中的电流相同	27
挑战并联电路	28
结合串并联电阻	31
第四章 使用源变换和分割法简化电路分析	33
等效电路: 为转化做准备	33
电路中的源变换	35
使用一个电流源转化成并联电路	36
使用电压源转化串联电路	37
使用分压进行分配	39
在串联电路中建立分压方程	39
求一个串联电路包含两个或两个以上电阻的电压	40
求解电路中含有多个电流源时的电压	41
重复利用分压法	43
使用分流法	44
为一个并联电路建立电流分流方程	45
求解并联电路中的电流	46
求解含有多个电压源电路的电流	47
重复利用分流法	49
第二部分 应用分析法分析复杂电路	51
第五章 在节点处应用节点电压分析法	53
熟悉节点电压和参考节点	53
节点电压分析试水	54
有进必有出: 从节点处建立 KCL 开始	55
利用节点电压结合欧姆定律求得元件电流	55
将系统的节点电压方程转换成矩阵形式	56
求解未知节点电压	57
应用 NVA 方法	57
求解含有电流源的未知节点电压	58

处理 3 个或 3 个以上节点方程	60
在节点电压分析法中处理电压源	62
第六章 在回路中建立网孔电流方程	65
窗玻璃：寻找网孔和网孔电流	65
将元件电流和网孔电流相关联	66
生成网孔电流方程	67
首先建立 KVL 方程	68
欧姆定律：用网孔电流来表示元件电压	68
将元件电压代入 KVL 方程	69
将网孔电流方程写成矩阵形式	69
求解未知的电流和电压	70
倒弄数字：使用网孔分析电路	70
解决两网电路	70
分析含 3 个或 3 个以上网孔的电路	72
第七章 使用叠加法一次解决一个问题	75
发现叠加法的妙用	75
成比例的意义	75
在电路中使用叠加法	77
把每个独立源相加	79
摆脱挫折的来源	80
短路：移除电压源	80
开路：替换电流源	81
分析含有两个独立源的电路	81
当电路含有两个电压源时知道如何去分析	81
处理含有两个电流源的电路	83
处理含有一个电压源和一个电流源的电路	84
处理含有 3 个独立源的电路	85
第八章 应用戴维南和诺顿定理	89
向你展示戴维南和诺顿定理的作用	89
寻找复杂源电路的诺顿和戴维南等式	91

应用戴维南定理	92
应用诺顿定理	94
使用源变换寻找戴维南和诺顿等效电路	96
使用叠加法寻找戴维南或诺顿等效电路	97
衡量最大功率转换：这两个定律的实际应用	100
 第三部分 了解电路中的晶体管和运算放大器	 103
 第九章 受控源和相关晶体管	 105
理解线性受控源：谁来控制谁	105
受控源的分类	106
寻找受控源和独立源的关系	107
分析含有受控源的电路	108
应用节点电压分析法	108
使用源变换法	109
使用戴维南等效电路	110
描述一个含受控源的 JFET 晶体管	112
检查双极型晶体管的 3 个特性	114
使用共发射极电路使信号更响亮	116
用共基极电路放大信号	118
用共集电极电路隔离电路	119
 第十章 让运算放大器对复杂的数学进行快速计算	 121
运放电路的输入输出	121
如何绘制运放	122
用含有受控源的运放进行建模	123
研究分析理想运放电路的重要等式	124
观察运放电路	125
分析同相运算放大器	125
电压跟随器	126
用反相放大器反转事物	127
用加法器来求和	128
用运放减法器来求差值	129

使用运放来进行更加复杂的电路分析	131
分析仪表放大器	131
实现数学电子式	132
用运放创建系统	134
 第四部分 在一阶电路和二阶电路中应用时变信号	137
 第十一章 制作时变功能的波形	139
用冲激函数进行扣球	139
改变冲激强度	141
延迟冲激	141
用积分评估冲激函数	142
阶跃函数进阶	142
创建时间移位, 加权阶跃函数	143
使用时移阶跃函数去掉阶跃	144
用阶跃函数创建一个斜坡函数	145
用指数函数超越界限	146
观察正弦函数	147
让波形进行相位移动	149
扩展函数寻找傅里叶系数	150
用欧拉公式连接正弦函数和指数函数	151
 第十二章 分析含有电容器和电感器的电路	153
用电容器存储电能	153
描述电容	154
电容器充电 (不接受信用卡)	154
找到电容器上的电压电流关系	155
寻找电容器的能量	156
计算并联和串联电容的总电阻	157
用电感器存储磁能	159
描述一个电感	159
寻找电感中的储能	160
计算串联和并联电路的总电感	161

积分：给运放戴一顶帽子	162
建立一个运放积分器	163
建立一个运放微分器	164
使用运放来快速求解微分方程	165
第十三章 求解一阶电路	167
用微分方程求解一阶电路	167
用自然指数方程进行猜测求解	169
使用特征方程求解一阶电路	169
分析含一个单独电阻和电容的串联电路	170
从简单的 RC 串联电路开始	170
求零输入响应	172
基于输入源求零状态响应	173
将零输入和零状态响应相加求得总响应	175
分析含有一个单独电阻和电感的并联电路	177
从简单的 RL 并联电路开始	178
计算 RL 并联电路的零输入响应	178
计算 RL 并联电路的零状态响应	180
将零输入和零状态响应相加可求得总响应	181
第十四章 分析二阶电路	183
求解常数二阶微分方程	183
猜测基本解：自然指数方程	184
从微积分到代数：使用特征方程	185
分析 RLC 串联电路	185
建立一个典型的 RLC 串联电路	186
求解零输入响应	187
计算零状态响应	190
求总响应	191
用对偶法分析 RLC 并联电路	193
建立典型的 RLC 并联电路	193
求零输入响应	195
求零状态响应	196
求总响应	196