

电子工程师全彩图解丛书

用生动的语言讲解枯燥的电子技术  
带你走进一个别样的电子世界



全彩图解

# 电子工程师 入门手册

 张兴伟 编著

 中国工信出版集团

 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

电子工程师全彩图解丛书

# 全彩图解电子工程师入门手册

张兴伟 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书结合实际电子元器件,系统地介绍了电子技术快速入门的一些基础知识。全书共分11章,分别介绍了电阻、电容、电感、半导体与二极管、三极管与场效应管的基本特性及其识别、检测等基础知识,同时还介绍了手工操作等相关知识。本书结合实际,利用丰富的图例对各知识点进行了深入浅出的叙述,形象生动,可使读者尽快掌握各相关知识点。

本书适用于电子技术的初学者,也适用于中学生、各电子专业的高校学生及广大电子爱好者。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

全彩图解电子工程师入门手册/张兴伟编著. —北京:电子工业出版社,2017.1

(电子工程师全彩图解丛书)

ISBN 978-7-121-30358-6

I. ①全… II. ①张… III. ①电子技术—图解 IV. ①TN-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第274114号

策划编辑:张楠

责任编辑:康霞

印刷:北京市大天乐投资管理有限公司

装订:北京市大天乐投资管理有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:26.5 字数:709千字

版次:2017年1月第1版

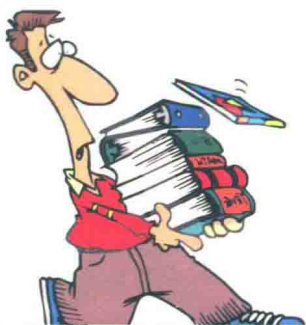
印次:2017年1月第1次印刷

定价:99.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 [zlts@phei.com.cn](mailto:zlts@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式:(010)88254579。



# 前言

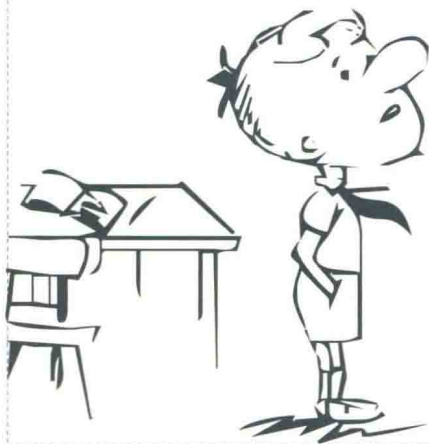
■ 在从事电气、电子技术工作前，适当的学习是必需的。有一句话说得很好：相对于因无知所付出的代价，教育学习的成本实在是微不足道。

■ 电子工程、电气工程作业的实践性非常强，对从业人员动手能力的要求也非常高。而技术人员的动手能力与其所掌握的电路知识紧密相关。

■ 在从事电气、电子技术工作前，适当的学习是必需的。有一句话说得很好：相对于因无知所付出的代价，教育学习的成本实在是微不足道。

■ 对电子技术学习与本书内容有一个初步的了解。

本套丛书共两册。初学者可先阅读本书，之后若想在电子技术领域更进一步，不妨再看看另一本——《全彩图解电子工程师应用手册》。



电子技术与现代生活息息相关，电子技术是一门非常广泛的学科。不论是在校学生还是社会人士，学习电子技术的人非常多。更有许许多多的人正准备开始学习电子技术。电子工程、电气工程作业的实践性非常强，对从业人员动手能力的要求也非常高。而技术人员的动手能力与其所掌握的电路知识紧密相关。学习电子技术如果仅仅是为了获得一些简单的维修技能，那很容易，选择基本经验型的维修类书籍，找机会多实践即可。但如果想真正深入学习电子技术而不仅仅是满足于一些简单的技能，就必须学习相关的电子技术理论。

在开始学习之前，读者首先可以问问自己：为什么想学习电子技术？通过学习，希望获得什么样的知识或技能？

想知道更多吗？看书吧，朋友！



## 谁可以使用本书

本书内容深入浅出、图例丰富、生动形象，非常适合**各类初学电子技术的人**，包括**自学者与相关专业的学生**，对**广大电子爱好者**也不无裨益。

您会发现这本书是易学的、有用的。



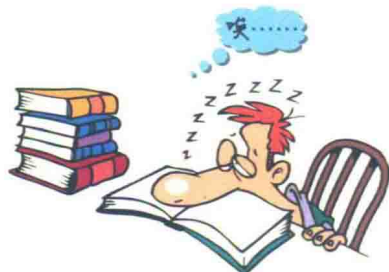
使用这本书并没有很高的门槛，**无须你有任何的电子基础**，这里讨论的大多数内容都不涉及数学运算。

通常，初中文化程度以上的读者即可轻松阅读本书并理解。当然，如果你对中学物理、中学数学有一定了解的话是有帮助的，这本书中的一些内容或多或少会用到那些知识。但在一般情况下，大多数人都可轻松阅读其中的大部分内容。



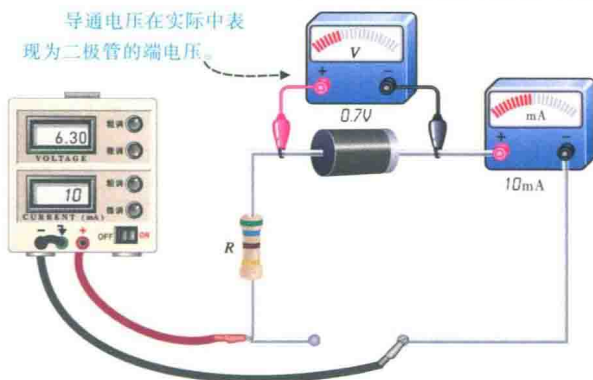
## 本书有什么特点

市面上关于电子技术的好教材很多，但大都依赖于严格的数学推导。毋庸讳言，这对于大多数人，特别是对于初学者、自学者来说，是有相当大的难度的。



本书是一本理论与实际并重的基础教材。但基础的教材并不是低级的教材，良好的基础才是深入实际之本。一开始就直奔高深的理论是不切实际的，没有扎实的基础，只会使自己中途败下阵来。

本书着重于介绍模拟电子技术基础，目的在于使读者比较快速地入门，使读者初步掌握模拟电子电路的基本理论、基本知识 with 基本技能。



本书的一个重要特点就是面向实际，从实践出发对知识点予以描述，力求从“技术”与“技巧”层面来描述电子基础各方面的相关知识点。在介绍知识点时，结合实际电路、形象图例予以讲述，即使在讲述必要的数学推导时，也注意简明扼要、深入浅出、通俗易懂。

当然，你不要指望本书能解决你学习中遇到的所有问题，要学会善于查找、参阅相关技术资料。

本书共 11 章，分别介绍了基本概念、电阻、电容、电感、二极管、三极管、场效应管与有关手工操作的一些最基础的知识。

不要小觑这些基础的东西，在实际工作中，随时都会应用到这些基础知识。对于初学者而言，本书内容是丰富而实际的，它能引导你在电子技术方面快速入门。



## 怎样才能成为一名电子技术员

许多人在学一种技术前，总是会问自己：能行吗？毋庸置疑，除了好的教材、好的老师外，自身的因素在很大程度上是决定性的。以我的经验和事后看来，可以肯定地说，任何人都可以成为一个电子技术员，如果他们努力提升以下三个方面的成功因素的话。

### ■ 兴趣、资质、实践

人们常说，兴趣是最好的老师。你正在阅读本书，这告诉我你对电子技术是真的感兴趣。

你家里的一个灯不亮，但其他灯亮，你会怎样做？你家里的灯不亮，插座也没电，但邻居家有电，你会怎样想？这两个问题对于你来说不难吧？这说明你已具备最基本的资质特征了。

如果你想学好电子技术、在电子技术工作方面有愉快的体验，你必须有以下性格特征：

**耐心**——电子电路上所使用的许多元件很小，以至于掉一个元件到地上即意味着你差不多会永远失去它；在某些电路部位，可能存在高电压。因此，高度紧张的人不适合从事电子技术工作。你需要井井有条并放松，在从事实际工作时一次一个步骤，这需要耐心。

**灵巧**——正如刚才我告诉你的，许多元件非常小，虽然使用专业工具有一定的帮助，但你仍需要有一定的手眼协调和精细动作技能才能成功操作。

**恒心**——恒心意味着**顽强持久**，当学习变得艰难时**没有放弃**。如果你需要休息、呼吸一下新鲜空气，当然没问题，可是工作还等着你呢。对于任何一个电子技术员来说，耐心和坚韧的结合是成功的关键因素。

**整理**——坦率地讲，如果你没有螺丝和部件的整理计划而打算拆一部电子设备，你将会感到很后悔并痛心，因为你无法复原那台设备。你注意到这些必需的性格特征如何结合在一起吗？这需要耐心和恒心，并制订一个系统的计划来指导你的实际工作。幸运的是，这里的计划是指维持一个秩序井然的工作环境而不是复杂高深的导弹技术。

**信心与勇气**——最后，从事电子技术工作需要你有信心、有勇气。当有人信任你并让你检修他的电子设备时，说明他相信你的技术能力。不论你是否有信心或勇气，你都必须行动。信心与勇气，是你迈向成功的第一步。

所谓实践，就是要多动手。而动手却并不单指在工具、仪器、元器件、实际电路板等方面的具体操作，还包括动手画一画电路图，适当地阅读分析一些电路图，做一些电路计算，等等。



## 如何学电子技术



如何学电子技术，这是一个很大的话题，简单地讲，应做到以下几点：

- ①掌握基本的概念；
- ②掌握基本电路；
- ③掌握基本分析方法；
- ④多动手实践。

应熟记那些基本的知识点。基本概念是不变的；但它的应用是灵活的，万变不离其宗。掌握基本电路，掌握基本电路的构成、正常工作的条件、电路的功用，等等。

复杂的电路都是在基本电路的基础上衍变而来的。基本电路的组成原则是不变的，但其他电路形式各不相同、千变万化。若记忆的仅仅是一个个孤立的电路，要真正学好技术是比较难的。

电路分析有不同的层面。在多数情况下，**用基本概念、基本定律、基本公式即可分析理解电路**。例如，一个RC高通滤波器电路可简单地用电容通高频阻低频的特性（知识点）来分析理解。

实际上，电学是离不开数学的。本书会涉及到一些数学公式与计算，但基本上都属于加减乘除的简单运算（这对于你应该不是问题）。当然，若是人工记忆笔头计算，肯定会感觉麻烦。但如果熟记一些基本公式，了解相关的公式，利用学生计算器或数学软件，计算也是很简单的。

不要将计算想得有多难，你所需要做的就是将相关数值代入相关的公式，敲几下按键或键盘，即可在计算器或数学软件中得到计算结果。需要注意的是输入参数的单位变换以及输入准确。

虽如上面所述，但基于本书的目的，你几乎可不用进行数学计算即可很好地完成本书的学习。

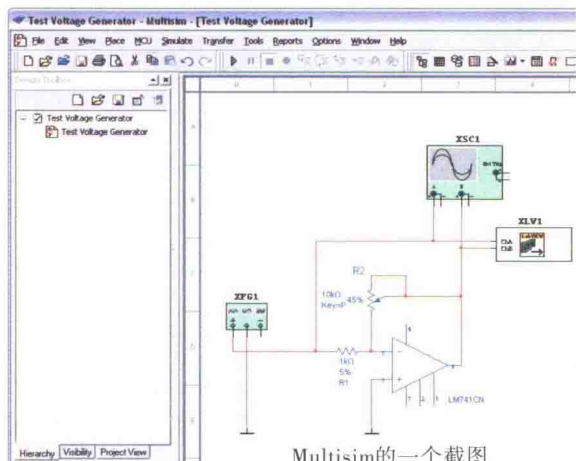




电具有一定的抽象性，它不能被触摸、看、听或闻到。在一定程度上，需要利用一些仪器，如万用表、示波器、频谱分析仪等来观察它。因此，电子技术工程人员熟练掌握必要的仪器设备使用方法是必要的。

对电子基础知识掌握到一定程度后，可利用仿真软件来辅助学习；利用仿真软件来设计、调试与分析电路，以加深对各知识点的理解；利用仿真软件内的各种虚拟仪器，可模拟操作各种测量，以进一步提高设计能力和实践能力。常用的仿真软件有Multisim、PSpice等。

动手吧

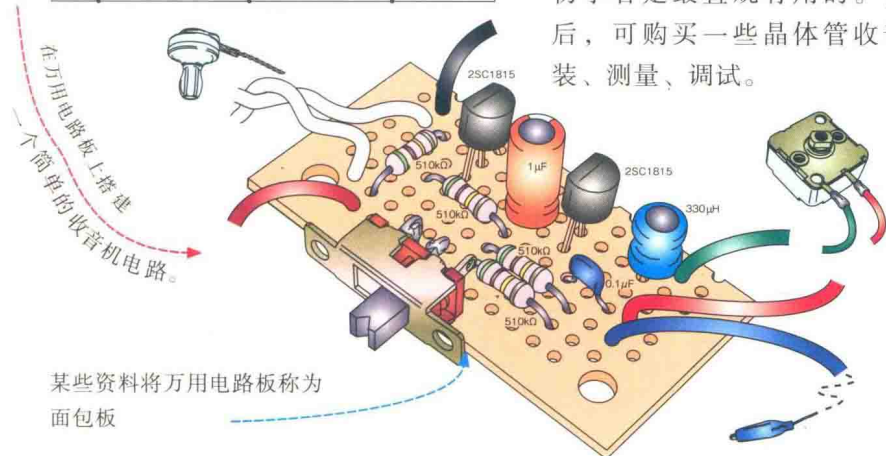
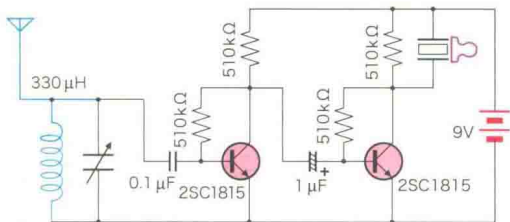


Multisim的一个截图

本书的读者大都希望通过学习能掌握一定程度的、能够拓展职业生涯的技能。而这里所说的技能就是利用相关领域的基础知识解决实际问题的能力。那么，如何发展并增强这样的技能呢？

最佳的方法当然是理论学习与实践相结合。然而，要想真正掌握这样的技能，就必须利用一定的时间来学习、阅读、理解。你会惊异地发现，你所求解的大部分问题都会利用到简单的基础知识。学习基础知识的过程，初看是非常乏味的，然而这一过程非常必要。随着实践的深入、知识的增加，这一过程会变得越来越容易。随着时间的推移你会发现求解问题很快。花时间阅读、理解基础知识最终会为你节省大量的时间，同时也能避免失败。

在实践方面，可利用万用电路板搭建调试一些简单的电路，如三极管开关电路、简单的收音机电路、自动夜灯控制电路，等等。借此熟悉基本仪表操作、测量了解电路参数、验证所学知识并提高动手能力。这方面的实践对于初学者是最直观有用的。待到有一定的基础后，可购买一些晶体管收音机套件，用以组装、测量、调试。



在万用电路板上搭建一个简单的收音机电路。

某些资料将万用电路板称为面包板

花一两百元即可网购到许多电子元件，这点投资是值得的。



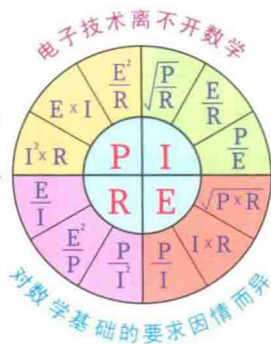


## 电学中的数学

电子技术相关书籍可以分为两大类：一类基本上依赖于严格的数学推导（特别是一些教材性质的书），另一类则宣称不需要数学推导。

那么，究竟能否离开数学学电子技术呢？

答案是明确的：**电子技术离不开数学**。而这也是大多数人认为电子技术难学的最主要的原因之一。



不是所有的电子技术学习都对数学基础要求高。

如果你仅仅想从事一般的维修工作，那么简单的加减乘除知识即可；如果你想成为一个有一定水准的技术人员，需要学习较多的电路理论，三角函数、矢量与虚数实数等知识肯定会帮到你；如果你想成为学者型技术人员、从事研究开发，微积分等数学知识肯定是需要了解的。



实际上，**除非**是专门的电路分析课程，或是一些特别的工作领域，对于大多数学习电子技术的人来说，**电子技术就是一种由基本定律、经验准则与大量电路技巧结合的简单的技术**。

对于大多数电子技术员、电子工程师来说，并不主要依赖于数学方法来进行电路设计，而他们所设计电路的精确性、性能或可靠性并不会受到很大的影响。在懂得基本的电路理论后，自己的或来自别人的相关经验尤为重要。

若你将上面两段话简单理解为数学对于电子技术不重要，那就错了。对于大多数人（特别是初学者）来说，重点在于数学推导的结果，而不是数学推导的过程。如此，就相对简单很多。然而，如果你拿起笔参照着书的内容推导一下，无疑会使你的知识水平有质的飞跃。

当然，你得具备最基本的数学与逻辑推导能力。书中会给出一些估算公式，但任何书都不可能给出公式的所有形式，在进行某些计算（估算）时，你应能利用书中给出的基本公式推导出求解所需的公式。

例如，给出的基本公式是  $a = b(c-d)$ ，你应能明白如何求解  $b$ 、 $c$ 、 $d$ 。

$$a = b \cdot (c-d) \quad \text{基本公式} \quad \downarrow \text{推导}$$

$$b = a \div (c-d) \quad b = \frac{a}{(c-d)}$$

这就是一个  
推导示例

$$(c-d) = a \div b \quad (c-d) = \frac{a}{b}$$



$$c = a \div b + d \quad c = \frac{a}{b} + d$$

$$d = c - a \div b \quad d = c - \frac{a}{b}$$

本书适用于广大的电子技术爱好者，包括相关专业学生、自学者。本书也可用于广大中专院校、职业中学作为辅助教材，或相关专业的教材。对于大中专院校、职业中学电子及相关专业的学生、自学者来说，本书是一本非常难得的电路实践指导、实践经验获取的书。由于专业水平、条件与时间的限制，书中难免有不妥之处，敬请指正。

除署名作者外，参与本书资料整理与编写的人员还有钟云、郭小军、张素蓉、林庆位、钟晓、张菊慧、钟钦、张维荣、夏倩、康宇涛、康锦涛、夏菁、钟俏、康贤辉。

# 目录

第 1 章 基本概念	1
1.1 电路的基本概念	2
1.2 电的基础	4
1.2.1 电压	4
1.2.2 电流	6
1.2.3 电路中的“地”	6
1.3 直流电与交流电	7
1.4 正弦波信号	9
1.4.1 周期与频率	9
1.4.2 正弦波的电压值	9
1.4.3 相位与相位差	10
1.4.4 角度与弧度	11
第 2 章 电阻与电阻电路	12
2.1 电阻基础知识	13
2.1.1 基本概念	13
2.1.2 欧姆定律	14
2.1.3 电阻的功率	17
2.2 电阻器	19
2.2.1 电阻器的种类	19
2.2.2 电阻器的参数	21
2.3 电阻器的标识	22
2.3.1 色环电阻	22
2.3.2 直标法与文字符号法	25
2.3.3 数码法	25
2.4 电阻器的连接	26
2.4.1 电阻器的串联	26
2.4.2 电阻分压器	29
2.4.3 电阻器的并联	30
2.4.4 串-并联电路	34



2.4.5	实际与应用	36
2.4.6	梯形电阻网络	38
2.4.7	惠斯通电桥	39
2.5	特殊的电阻器	42
2.5.1	可变电阻器	42
2.5.2	电流检测电阻	44
2.5.3	敏感电阻器	46
2.5.4	敏感电阻电路	48
2.6	SMD 电阻器	49
2.7	电阻器组件	50
2.8	关于电阻器的操作	51
2.8.1	关于电阻引脚	51
2.8.2	检测电阻器	52
2.8.3	短路与开路	54
2.8.4	对地电阻	57
<b>第 3 章</b>	<b>电容器与电容器电路</b>	<b>58</b>
3.1	电容器基础知识	59
3.1.1	基本概念	59
3.1.2	电容	61
3.1.3	平行板电容器的电容器	62
3.2	电容器	63
3.2.1	电容器的种类	64
3.2.2	可变电容器	68
3.2.3	SMD 电容器	70
3.2.4	电容器的参数	73
3.3	电容器的标识	75
3.3.1	直标法	75
3.3.2	文字符号法	76
3.3.3	数码标识法	76
3.3.4	色标法	77
3.4	电容器的特性	78
3.4.1	电容两端电压不能突变	78
3.4.2	电容充电与放电	78
3.4.3	电容通交流, 隔直流	82

# 目录



3.5	电容器的连接	84
3.5.1	电容器的串联	84
3.5.2	电容分压器	88
3.5.3	电容器的并联	89
3.6	电容的容抗	90
3.7	电容组件	92
3.8	穿心电容	93
3.9	电容器的检测	95
<b>第4章</b>	<b>电感与电感电路</b>	<b>97</b>
4.1	电感基础知识	98
4.1.1	基本概念	98
4.1.2	电感	99
4.2	电感器的特性	102
4.2.1	电流不能突变	102
4.2.2	通直流, 阻交流	103
4.2.3	自感与互感	104
4.2.4	反峰电压	105
4.3	电感器	105
4.3.1	电感器的种类	105
4.3.2	可调电感器	107
4.3.3	SMD 电感器	107
4.3.4	扼流圈	108
4.4	电感器参数标识	110
4.4.1	电感器的参数	110
4.4.2	电感器的标识	110
4.5	抑制干扰的磁珠	113
4.6	电感器的连接	115
4.6.1	电感器的串联	115
4.6.2	电感器的并联	116
4.7	电感器的感抗	117
4.8	电感器的检测	119
4.9	电感释能的防护与应用	119
4.9.1	反峰电压的危害与防护	120
4.9.2	反峰电压的利用	121



4.10	变压器	122
4.10.1	变压器的基本原理	122
4.10.2	变压器的功率与效率	123
4.10.3	变压器的作用	124
4.10.4	多绕组变压器	126
4.10.5	变压器的极性	127
4.10.6	变压器的检测	128
<b>第 5 章</b>	<b>RLC 电路</b>	<b>129</b>
5.1	关于 RLC 电路	130
5.1.1	回顾 RLC	130
5.1.2	关于一阶电路	130
5.2	电容器充放电	131
5.2.1	RC 串联电路	131
5.2.2	RC 时间常数	132
5.2.3	电容充电的过渡过程	133
5.2.4	电容放电的过渡过程	135
5.3	电感器充放电	136
5.3.1	RL 时间常数	136
5.3.2	电感储能的过渡过程	137
5.3.3	电感释能的过渡过程	139
5.4	关于充 / 放电的回路	140
5.5	充 / 放电的知识扩展	144
5.5.1	关于等效特征	144
5.5.2	RC 时间常数的影响	145
5.5.3	RL 时间常数的影响	146
5.6	积分与微分电路	147
5.6.1	积分电路	147
5.6.2	微分电路	149
5.7	交流阻抗	152
5.7.1	复阻抗	152
5.7.2	RC 电路	154
5.7.3	RL 电路	157
5.7.4	RLC 电路	159
5.8	输入与输出阻抗	161



第 6 章 RLC 滤波与谐振	163
6.1 RLC 谐振	164
6.1.1 RLC 自由振荡	164
6.1.2 RLC 串联谐振	165
6.1.3 RLC 并联谐振	170
6.2 LC 谐振电路	174
6.3 L、C 的自谐振	175
6.3.1 电容的自谐振	175
6.3.2 电感的自谐振	176
6.4 频率影响输出	177
6.5 滤波器基础知识	181
6.6 RC 滤波器	183
6.6.1 RC 低通滤波器	183
6.6.2 RC 低通滤波器的传递函数	185
6.6.3 配置 RC 电路为 LPF	187
6.6.4 阻抗匹配的问题	188
6.6.5 LPF 的简易设计	190
6.6.6 RC 高通滤波器	191
6.6.7 改进的 RC 滤波器	193
6.7 RL 滤波器	198
6.7.1 RL 低通滤波器	198
6.7.2 RL 高通滤波器	199
6.8 LC 滤波器	200
6.8.1 基本的 LC 滤波器	200
6.8.2 LC 低通滤波器	201
6.8.3 滤波器的常数 $k$	205
6.8.4 LC 高通滤波器	207
6.8.5 LC 带通滤波器	210
6.8.6 LC 串并联带通滤波器	212
6.8.7 LC 带阻滤波器	216
6.8.8 M 型 LC 低通滤波器	219
第 7 章 实际的 RLC 电路与检修	222
7.1 关于 RLC 的选用	223
7.1.1 电阻的选用	223



7.1.2	电容的选用	223
7.1.3	电感的选用	224
7.2	实际电路中电阻的作用	224
7.2.1	桥	224
7.2.2	分压	225
7.2.3	将电流转化为电压	226
7.2.4	限流	227
7.2.5	反馈	227
7.2.6	匹配与整形	228
7.3	检修电阻电路	228
7.3.1	电压检测分析	229
7.3.2	端电压检测	231
7.4	实际电路中电容的作用	233
7.4.1	耦合	233
7.4.2	去耦	233
7.4.3	旁路	237
7.4.4	其他应用	238
7.5	检修电容电路	238
7.6	电感电路与检修	241
<b>第 8 章</b>	<b>二极管及其应用</b>	<b>242</b>
8.1	半导体基础知识	243
8.1.1	原子与电子	243
8.1.2	导体与电流	244
8.1.3	本征半导体	246
8.1.4	杂质半导体	248
8.1.5	PN 结的形成	250
8.1.6	PN 结的单向导电性	251
8.1.7	PN 结的电容效应	255
8.2	半导体二极管	256
8.2.1	二极管的组成	256
8.2.2	二极管的伏安特性	258
8.2.3	二极管的主要参数	262
8.2.4	二极管的等效电路	262
8.2.5	用二极管模型分析电路	267



8.3	二极管的基本应用 .....	268
8.3.1	基本概念与电路 .....	268
8.3.2	二极管整流电路 .....	271
8.3.3	二极管限幅电路 .....	274
8.3.4	二极管钳位电路 .....	276
8.3.5	二极管开关电路 .....	281
8.3.6	二极管逻辑电路 .....	285
8.3.7	二极管电路实例 .....	287
8.4	特殊二极管 .....	288
8.4.1	稳压二极管 .....	289
8.4.2	稳压二极管的参数 .....	290
8.4.3	稳压二极管电路 .....	291
8.4.4	发光二极管电路 .....	295
8.4.5	光电二极管电路 .....	298
8.4.6	TVS 二极管电路 .....	301
8.4.7	其他特殊二极管 .....	303
8.5	检测二极管 .....	305
8.6	检修二极管电路 .....	309
8.6.1	关于电路检修 .....	309
8.6.2	检修示例 .....	310
<b>第 9 章</b>	<b>三极管与三极管电路 .....</b>	<b>315</b>
9.1	三极管的结构与类型 .....	316
9.2	三极管的电流放大作用 .....	317
9.2.1	放大的条件 .....	318
9.2.2	三极管的电流 .....	319
9.2.3	电流分配关系与放大 .....	321
9.2.4	电流放大系数 .....	324
9.3	三极管的特性曲线 .....	325
9.3.1	输入特性曲线 .....	326
9.3.2	输出特性曲线 .....	327
9.3.3	三极管的参数 .....	328
9.4	三极管电路的基本概念 .....	330
9.4.1	直流等效模型 .....	330
9.4.2	电路初步分析 .....	330





9.4.3	单电源供电	331
9.5	共发射极放大电路	331
9.5.1	关于放大器的一些概念	332
9.5.2	共发射极放大电路的组成	333
9.5.3	从电流放大到电压放大	335
9.6	三极管开关应用	337
9.6.1	三极管开关原理	337
9.6.2	三极管开关电路	339
9.6.3	关于三极管开关电路	344
9.7	三极管器件	345
9.7.1	光电三极管	345
9.7.2	带阻尼与带阻三极管	347
9.7.3	达林顿复合三极管	349
9.8	三极管的识别与检测	350
9.8.1	三极管的外形	350
9.8.2	三极管电极间关系	350
9.8.3	识别三极管类型引脚	355
9.8.4	检查判断三极管的好坏	359
9.8.5	关于特殊三极管的检测	360
第 10 章	场效应管基础	361
10.1	场效应管的结构与类型	362
10.2	结型场效应管	363
10.2.1	结型场效应管的结构	363
10.2.2	JFET 的工作原理	364
10.2.3	JFET 的特性曲线	368
10.3	绝缘栅型场效应管	370
10.3.1	增强型 NMOS 管	370
10.3.2	特性曲线与电流方程	373
10.3.3	耗尽型 NMOSFET	373
10.3.4	P 沟道 MOS 管	374
10.4	关于场效应管	375
10.4.1	场效应管的参数	375
10.4.2	不同管子的比较	376
10.4.3	FET 与三极管的比较	377