

数字手机

维修基础教程

张兴伟 编著



人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

数字手机维修基础教程

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书从维修的角度出发,全面阐述了数字手机维修基础知识和基本技能。

全书共分9章:第1章是绪论;第2章对GSM系统进行简单介绍;第3章对各种手机电路结构进行综述;第4章详细讲述手机各个功能电路原理;第5章介绍了手机电路图的识别技巧;第6章以典型的NOKIA5110为例对手机电路进行讲述;第7章介绍了新型手机8210的电路原理与维修分析方法;第8章讲述了手机各种故障的一般维修分析方法;第9章讲述了在没有技术资料时了解新型手机电路结构的一些技巧。

本书内容准确精辟,讲解循序渐进,极具实用性。不但可作为手机维修技术培训和自学的参考书,也可作为中等职业学校相关专业师生的教材或参考读物,对从事家电和无绳电话维修的技术人员也不无裨益。

数字手机维修基础教程

◆ 编 著 张兴伟

责任编辑 孙宇昊

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@pptph.com.cn

网址 <http://www.pptph.com.cn>

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京朝阳展望印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:18.5

插页:4

字数:456千字

2001年4月第1版

印数:1-6000册

2001年4月北京第1次印刷

ISBN 7-115-09098-X/TN·1690

定价:32.00元

前 言

移动通信的迅猛发展也带动了手机维修行业的发展，越来越多的人学习手机维修。许多职业技术学校和社会培训班还专门开设了诸如手机维修之类的课程。但遗憾的是，综观手机培训，还缺乏一种系统讲述手机维修的教材，很多培训单位虽然有很多手机的具体资料，但都是对某些具体机型进行一些陈列式的讲述——信号从哪里到哪里，然后讲一些“故障实例”，对手机维修缺乏系统地讲述。在这个客观条件下，大多数参加学习的人都有急于求成的心理，开始学习时总希望能学更多的机型，对基础不甚看重，到了培训学习的后期意识到了基础的重要时，才急于寻找学习一些基础知识和基本技能。

作者多年从事手机维修培训工作，在教学实践中，常会有人——包括一些学电子专业的人，要求推荐一些讲解手机维修基础知识方面的书籍，因此作者将本人多年教学的讲稿整理出来，把多年总结的一些经验奉献出来，为手机维修事业尽微薄之力。

本书编写过程中，考虑到大多数学习手机维修技术的人都是中等文化程度，从实用及快速技能培训的立场出发，注意基础知识与技能方面的训练，对手机维修的基础知识、手机电路原理以及手机维修中一些通用的方法以崭新的视角予以讲述，以期初学者和有一定经验的技术人员都能找到自己所需要的东西，能掌握一些遇到故障机后的检修思路和方法，而这些方法对绝大多数手机的维修都是适用的。具体来说，本书有以下特点：

(1) 书中没有复杂的理论与数学推导，结合维修实际进行讲解，读者易于理解。

(2) 本书率先对手机维修的各方面的知识进行了总结，内容充实，指导性强。

(3) 涉及的范围广，适用性和实用性强。本书不再只是一本单纯的手机维修介绍。本书从一般电子基础、手机电路结构、手机功能电路、识图技巧、维修分析方法、具体机型电路和如何面对新机型等几个方面，循序渐进地对手机维修进行讲述。本书虽然主要是针对手机维修而编写的基础书籍，但只要逐步阅读理解本书，很多内容对于其他电子设备，如收音机、电视机以及无绳电话的维修都是有益的。例如，书中讲述了如何检修混频器电路，收音机电视机电路中也有混频电路；我们讲手机中的频率合成系统，无绳电话中通常也有频率合成系统，而且无绳电话也是由接收机和发射机组成的。

(4) 经验技巧的指导性和实用性都较强。在实际的手机维修工作中，读者往往可以有针对性地在本书中寻求帮助。

全书共分9章：第1章是绪论，对一些必要的电子基础知识作了介绍；第2章对GSM系统进行简单介绍；第3章对各种手机电路结构进行综述；第4章对手机各个功能电路原理进行详细讲述；第5章介绍了手机电路图的识别技巧；第6章以NOKIA5110为例，对手机电路进行讲述，以使读者对手机电路有一个全面的了解；第7章介绍了新型8210手机的电路原理与维修分析，使读者能对新型手机电路有一定的理解；第8章讲述了手机各种故障的一般维修分析方法；第9章讲述在没有技术资料时了解新型手机电路结构的一些技巧。

本书已经几易其稿，内容准确便于学习，但由于手机维修技术及资料受到各手机厂家的封锁，加之作者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者指正。

作者

2000年11月

HAC 5671

目 录

第1章 绪论	1
1.1 引子	1
1.2 信号	1
1.3 电阻	3
1.3.1 图形符号	3
1.3.2 表示字母	4
1.3.3 单位	4
1.3.4 特性	5
1.3.5 分类	5
1.3.6 电阻的串并联	5
1.3.7 手机中常用电阻识别	6
1.4 电容	6
1.4.1 图形符号	6
1.4.2 表示字母	7
1.4.3 单位	7
1.4.4 特性	7
1.4.5 分类	8
1.4.6 电容的串联、并联	8
1.4.7 SMD 电容识别	9
1.5 电感	9
1.5.1 图形符号	9
1.5.2 表示字母	10
1.5.3 单位	10
1.5.4 特性	10
1.5.5 电感识别	11
1.6 半导体与 PN 结	11
1.7 二极管	12
1.7.1 简述	12
1.7.2 分类	12
1.7.3 单向导电性	12
1.7.4 特性曲线	13
1.7.5 起始电压	13
1.7.6 工作条件	13

1.7.7 特殊二极管	13
1.8 三极管	15
1.8.1 三极管的结构	15
1.8.2 分类	17
1.8.3 放大作用	17
1.8.4 三极管的工作条件	17
1.8.5 三极管的工作区域	18
1.8.6 三极管的主要参数	18
1.8.7 基本电路形式	18
1.8.8 三极管放大电路	19
1.8.9 三极管放大电路的分析	21
1.8.10 三极管开关电路	23
1.8.11 三极管振荡电路	24
1.8.12 二极管、三极管的判断识别	24
1.9 场效应管	26
1.10 手机维修基本技能与工具	28
1.10.1 手机维修注意事项	28
1.10.2 常用维修工具	28
思考题	30
第2章 GSM 蜂窝系统简述	31
2.1 GSM 简述	32
2.2 系统	32
2.2.1 移动台	33
2.2.2 基站子系统	34
2.2.3 网络交换子系统 (NSS)	34
2.3 部分 GSM 技术简介	35
2.3.1 GSM 物理信道	36
2.3.2 多址接入	37
2.4 脉冲群	41
2.5 GSM 手机一般工作流程	42
2.5.1 发送过程流程	42
2.5.2 接收过程流程	43
2.6 部分信号频率	43
思考题	44
第3章 GSM 手机电路结构	45
3.1 接收机电路结构	45
3.1.1 超外差一次变频接收机	46
3.1.2 超外差二次变频接收机	46

3.1.3 直接变频线性接收机	47
3.2 发射机电路结构	48
3.2.1 带发射变换模块的发射机电路结构	48
3.2.2 带发射上变频器的发射机电路结构	49
3.2.3 直接变频发射机电路结构	49
3.3 手机电路结构实例	50
3.3.1 V998 接收机电路简述	51
3.3.2 三星 600 接收机发射机电路结构简述	52
3.4 逻辑音频电路	53
思考题	54
第 4 章 手机功能电路分析	55
4.1 接收机电路	55
4.1.1 天线电路	55
4.1.2 低噪声放大器	56
4.1.3 混频电路	58
4.1.4 中频放大器	61
4.1.5 解调电路	62
4.1.6 振荡电路	64
4.2 锁相频率合成器	65
4.2.1 频率合成	65
4.2.2 基准振荡	66
4.2.3 鉴相器	67
4.2.4 低通滤波器	67
4.2.5 压控振荡器	68
4.2.6 分频器	69
4.2.7 综述	69
4.3 接收逻辑音频处理	70
4.4 发射机电路	72
4.4.1 发射音频	72
4.4.2 TXI/Q 调制	74
4.4.3 发射变换	78
4.4.4 TXVCO	80
4.4.5 发射上变频器	81
4.4.6 功率放大器	81
4.4.7 功率控制	83
4.5 其他电路	84
4.5.1 铃声电路	84
4.5.2 背景灯电路	85
4.5.3 振荡器电路	86

4.5.4 按键电路	87
4.5.5 开机信号电路	88
4.5.6 显示电路	89
4.5.7 用户识别标组 (SIM 卡) 电路	90
4.6 电源电路	90
4.6.1 电池连接电路	90
4.6.2 电压调节器	91
思考题	91
第 5 章 手机电路识别与电路分析技巧	93
5.1 电路图识别基础	93
5.1.1 方框图(Block Diagram)	93
5.1.2 电路图 (Circuit Diagram)	95
5.1.3 英文缩写	98
5.2 如何识别电池供电电路	99
5.3 如何识别开机信号线	100
5.4 如何查找电源电路输出的电源	102
5.5 如何识别 SIM 卡电路	104
5.6 如何识别射频电路	104
5.6.1 如何查找识别天线电路	106
5.6.2 如何查找识别低噪声放大器	107
5.6.3 如何查找识别混频器电路	110
5.6.4 如何查找中频放大器	113
5.6.5 如何查找接收解调电路	114
5.6.6 如何查找频率合成电路	115
5.7 如何查找音频电路	118
5.8 如何识别发射机电路	119
5.8.1 如何查找识别发射音频电路	119
5.8.2 如何查找 TXI/Q 调制电路	119
5.8.3 如何查找发射变换电路	121
5.8.4 如何查找 TXVCO 电路	121
5.8.5 如何查找发射上变频电路	124
5.8.6 如何查找功率放大器电路	124
5.8.7 如何查找功率控制电路	125
5.9 如何查找手机射频电路的控制电路	126
5.10 如何查看集成电路方框图	129
思考题	132
第 6 章 NOKIA 5110 电路原理分析	134
6.1 电源电路	135

6.1.1 电池连接器	136
6.1.2 充电电路	137
6.1.3 开机和关机	138
6.1.4 供电电压调节器	140
6.1.5 SIM 卡接口电路	142
6.1.6 实时时钟电路	143
6.2 接收机电路	144
6.2.1 天线电路	144
6.2.2 低噪声放大器	146
6.2.3 接收第一混频器	148
6.2.4 第一中频滤波	149
6.2.5 71MHz 中频放大	150
6.2.6 接收第二混频器	151
6.2.7 13MHz 中频滤波	152
6.2.8 RXI/Q 解调	153
6.2.9 GMSK 解调	154
6.2.10 话音电路	154
6.3 频率合成	155
6.3.1 基准频率时钟	157
6.3.2 鉴相器	159
6.3.3 低通滤波器	159
6.3.4 分频器	160
6.3.5 VCO 电路	160
6.4 发射机电路	163
6.4.1 话音拾取	164
6.4.2 PCM 编码	165
6.4.3 数字语音处理	165
6.4.4 TXI/Q 调制	166
6.4.5 发射上变频	168
6.4.6 发射驱动放大	169
6.4.7 功率放大	170
6.4.8 功率控制	171
6.5 逻辑音频电路	172
6.5.1 概述	172
6.5.2 ASIC 电路	173
6.5.3 存储器	174
6.5.4 音频模块电路	174
6.6 用户接口	174
6.6.1 显示模组接口	176
6.6.2 键盘	177

6.6.3 显示背景灯	177
6.6.4 键盘背景灯	178
6.6.5 铃声电路	179
6.7 NOKIA 5110 电路图	179
思考题	179
第 7 章 NOKIA8210 电路原理与维修	181
7.1 简介	181
7.1.1 概述	181
7.1.2 一般技术参数	182
7.2 手机基带模组	182
7.2.1 技术概述	183
7.2.2 外接、内接信号及连接器	184
7.3 电源电路	186
7.3.1 充电	186
7.3.2 电池尺寸信息	187
7.3.3 电池温度监测	187
7.3.4 供电电压调节器	187
7.3.5 VSIM 供电的开关转换	187
7.3.6 开机和关机	188
7.4 接收机电路	190
7.4.1 接收机概述	190
7.4.2 接收机电路详述	190
7.5 发射机电路	198
7.5.1 发射机电路简介	198
7.5.2 发射机功能电路	199
7.6 逻辑音频电路	203
7.6.1 逻辑控制	203
7.6.2 存储器	203
7.6.3 音频模块 N250	204
7.6.4 实时时钟电路	204
7.7 用户模组	205
7.7.1 LCD 接口	205
7.7.2 按键序列	206
7.7.3 电源键	206
7.7.4 背景灯	206
7.7.5 振动器电路	206
7.7.6 红外传输模组	207
7.8 8210 手机故障分析与维修	208
7.8.1 手机不开机的故障分析	208

7.8.2 手机不能进入服务状态的分析	211
7.9 NOKIA 8210 电路图及 PCB 图	214
思考题	214
第 8 章 手机故障维修分析	215
8.1 不开机	215
8.1.1 故障简述	215
8.1.2 开机流程	215
8.1.3 检修分析及方法	215
8.1.4 一般检修方法	216
8.1.5 各机型不开机检修重点提示	217
8.2 开机困难	222
8.3 充电器能开机, 按键不能开机	223
8.4 自动开关机	223
8.5 手机不能上网或不能打电话	223
8.6 接收机电路检修	223
8.7 接收差	225
8.8 杂音大	225
8.9 无接收音频	225
8.10 无发射	225
8.11 发射功率低	227
8.12 无发射音频	228
8.13 无接收发射音频	228
8.14 按发射键关机	228
8.15 其他功能故障	228
8.15.1 按发射键低压告警	228
8.15.2 通话时间短	228
8.15.3 电池消耗快	228
8.15.4 显示故障	229
8.15.5 按键功能故障	229
8.15.6 无翻盖功能	229
8.15.7 背景灯故障	229
8.15.8 铃声故障	229
8.15.9 无时间显示	229
8.15.10 SIM 卡故障	229
8.15.11 不能充电	230
8.15.12 软件故障	230
思考题	230

第 9 章 如何面对新机型	232
9.1 电源及开机方面	232
9.1.1 从电源开关键查开机信号线路	232
9.1.2 从电池连接器查找电源电路	234
9.1.3 从电路规律去查找电源电路	234
9.2 从基准频率时钟的识别查开机时钟	236
9.3 从手机元器件查射频电路	237
9.3.1 从天线查找天线电路	237
9.3.2 从双工滤波器去查找射频电路	239
9.3.3 滤波器的识别	241
9.4 功率放大器的识别	243
9.5 VCO 组件的识别	245
9.6 从受话器查找接收音频电路	247
9.7 从耳机插座查找接收音频	248
9.8 送话器	249
9.9 其他电路的识别	250
9.9.1 干簧管	250
9.9.2 振动器	251
9.9.3 显示器	252
9.9.4 背景灯	252
9.9.5 实时时钟晶体的识别	253
9.9.6 微带线的识别	254
9.9.7 集成电路的识别	254
9.9.8 SIM 卡卡座的识别	255
思考题	256
附录一 手机电路图常见英文缩写	258
附录二 摩托罗拉测试 SIM 卡的使用	264
附录三 常见手机的电路元器件作用简介	267
参考文献	284

第 1 章 绪 论

1.1 引 子

随着移动通信在我国的迅猛发展,手机市场也越来越活跃。最早进入我国的手机是美国摩托罗拉公司和芬兰诺基亚公司的手机,人们印象最深的当属摩托罗拉的被人们称为“砖头”的手机。早期的手机有摩托罗拉的 8800、诺基亚的 121 等。这些都属于模拟手机。

随着 GSM 系统开始进入运营,GSM 数字手机被越来越多的用户所接受。各国手机厂家纷纷进入中国市场,手机更新换代也越来越快。很多 GSM 手机在制造上使用了 BGA 芯片封装技术,使手机体积越来越小,现在又有许多厂家推出了 WAP 手机。在以前,是很难看到手机广告的,现在各手机厂家的广告铺天盖地,将其手机说得十全十美。但事实上,无论哪一个厂家的手机,都或多或少地存在这样那样的设计上的毛病。例如摩托罗拉的模拟手机 168 的接口故障、功率放大器故障、自动关机故障;ETACS328 手机的串号故障;诺基亚 232 的开机故障、按键故障、功率放大器的电源管故障;爱立信 388、398 的无送话器故障;爱立信 T28、摩托罗拉 T2688 手机的功放故障等等,都是由于有这样那样的设计缺陷造成的。手机在使用过程中也会出现一些故障,这使得越来越多的人进入手机维修领域。

手机维修行业是一个新兴的行业。即使是手机厂家,在我国的维修服务也是从 1995 年左右才开始的。摩托罗拉最早开始对各电信局及其各大代理商提供技术培训。随着手机用户日益增加,手机市场的日益发展,原有的手机售后服务已远远不能满足社会的需要,于是在社会上兴起了手机维修及培训行业。

学习一种技能,基础知识和实际操作技巧都很重要。在学习基础理论时,应能理解记牢,如手机电路中的英文缩写,否则不能熟练运用。在学习手机电路时,应善于扩展地想问题,如某个电路在手机电路中的作用、位置、特点,并应了解该电路损坏将导致手机出现的故障及维修方法等。

1.2 信 号

我们在讲电子元器件或电子电路时不可避免地要提到信号。信号有很多种,它可分为模拟信号和数字信号两类。模拟信号在时间上是连续的,如图 1-1 所示;数字信号在时间和幅度上都是离散的,如图 1-2 所示。

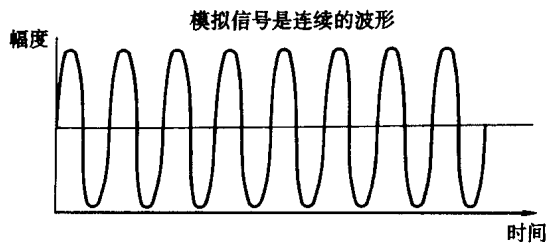


图 1-1 模拟信号示意图

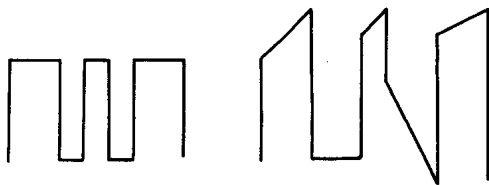


图 1-2 数字信号示意图

对手机射频电路来说, 信号通常是指射频信号和各种控制信号。射频信号是指如图 1-1 所示的模拟信号; 而控制信号通常是一个电平或如图 1-2 所示的数字信号。

如图 1-1 所示的模拟信号常常用频率、相位和幅度这几个参数来描述。图 1-3 中信号 A 和信号 B 的幅度一样, 但信号 A 的频率高于信号 B。

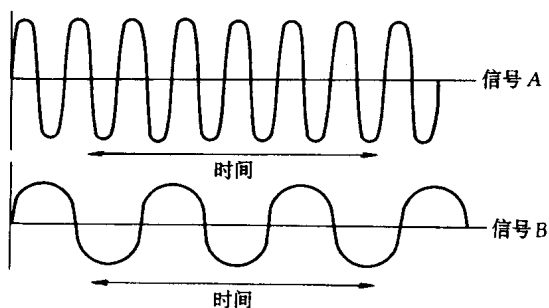


图 1-3 模拟信号频率示意图

在图 1-4 中, 信号 A 与信号 B 具有相同的频率, 但信号 A 的幅度小于信号 B 的幅度。

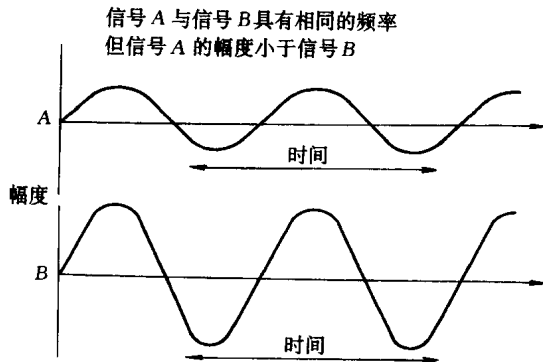


图 1-4 模拟信号幅度示意图

在图 1-5 中, 信号 A 和信号 B 的频率和幅度都相同, 但它们的相位不一样, 相差 90° 。

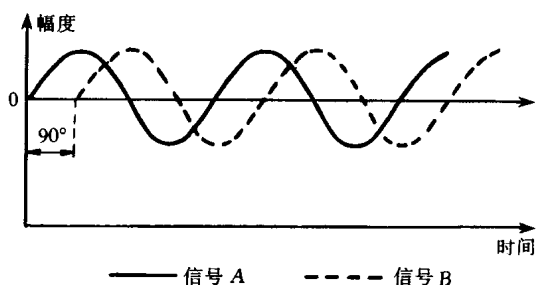


图 1-5 模拟信号相位示意图

在手机维修中通常使用频率来描述信号。

频率的单位是赫兹, 用 Hz 表示。1 秒中内变化一个周期的信号的频率就是 1Hz。

相对而言, 两个信号中若单位时间内变化周期多的信号被称为高频信号, 单位时间内变化周期少的为低频信号。如图 1-6 所示。

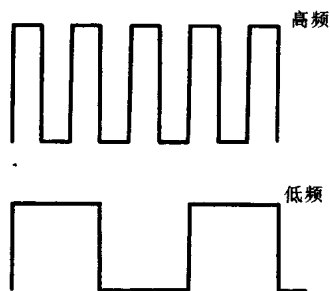


图 1-6 高频与低频脉冲信号

1.3 电 阻

电路是由各种电子元器件构成的能载电流的通路或互联通路组。

在电路中所讲的电阻, 是指一个个的电阻器 (简称电阻)。

电阻是所有电子电路中使用最多的元件。任何物质对电流都有“阻力”, 只不过不同的物质对电流的“阻力”大小不同。导体对电流的“阻力”小, 如铁和铜; 绝缘体对电流的“阻力”大, 如木头和橡胶。

从维修技术的角度出发, 需要掌握以下的一些知识。

1.3.1 图形符号

电阻的图形符号通常如图 1-7 所示。

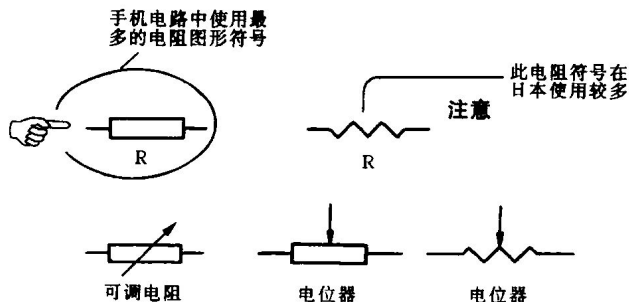


图 1-7 一般电阻图形符号

应注意图 1-7 中第二种电阻的图形符号，不要与电感的图形符号混淆。电位器或可调电阻在电路中被用来调节电路参数等，如收音机的音量开关就是一个电位器。在一些电路中，还可能用到如图 1-8 所示的电阻组件图形符号，这一类称为排电阻，在手机电路中，常有两个电阻被制造在一起，称为双电阻。



图 1-8 排电阻图形符号及实物图

1.3.2 表示字母

电路中不同种类的元器件都会用一些特定的字母来表示。电阻在电路图中用字母“R”表示。字母“R”加数字来表示电路中不同的电阻，这样就方便了对电路的描述。如图 1-9 所示电路中的 R134 和 R133 分别表示不同的电阻，我们将其称为电阻的“标号”。在看电路图寻找某个电阻时，只需要查看电阻图形符号旁边的标号。应注意的是，在手机电路图中，双电阻通常只用一个“标号”来标注。

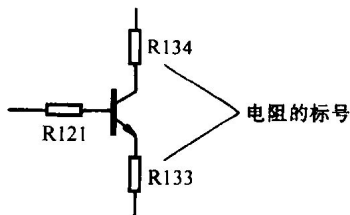


图 1-9 电阻字母示意图

1.3.3 单位

电阻都有一定的阻值，它代表这个电阻对电流流动“阻力”的大小。电阻的单位是欧姆，用符号“ Ω ”表示。常用的还包括 $k\Omega$ （千欧）、 $M\Omega$ （兆欧），它们之间换算关系如下：

$$1M\Omega = 1000k\Omega \quad 1k\Omega = 1000\Omega$$

电阻上阻值的表示通常采用色环法和数字法，但由于手机电路中的电阻体积一般比较小，很少被标上了阻值。一般通过电路图或者是对正常机板的测量来获得相关电阻的阻值。

1.3.4 特性

电阻的主要物理特性是变电能为热能，是一个耗能元件，电流经过它就产生热能。对信号来说，交流与直流信号都可以通过电阻，但会有一定的衰减。

1.3.5 分类

电阻的种类很多，根据材料通常分为碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等；根据阻值是否可变分为固定电阻与可变电阻，还有具有特殊性质的光敏电阻、压敏电阻、热敏电阻等。但不管电阻是什么种类，在电路图里都用字母“R”表示。

1.3.6 电阻的串并联

电阻通常以串联或并联的形式在电路中出现。



串联电阻分压，并联电阻分流，即：

在串联电阻电路中，流过每个电阻的电流一样；但每个电阻两端的电压一般不同。

在并联电阻电路中，每个电阻两端的电压一样；但流过每个电阻的电流一般不同。

两个电阻首尾相接就是电阻的串联，如图 1-10 所示。电阻串联后的总电阻增大（A、B 间的电阻），为： $R_{\text{总}}=R_1+R_2$ 。

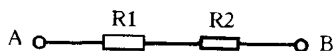


图 1-10 电阻的串联

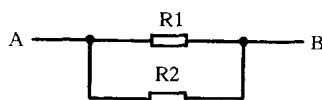


图 1-11 电阻的并联

但若两个或几个电阻的连接方式如图 1-11 所示，则为电阻的并联。电阻并联后的总电阻减小（A、B 间的电阻），为：

$$1/R_{\text{总}}=1/R_1+1/R_2$$

在实际电路中，电阻的串联和并联有时是同时存在的，如图 1-12 所示。

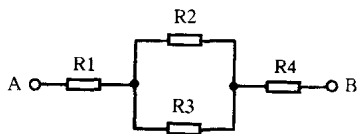


图 1-12 电阻的串并联

图 1-12 中的 4 个电阻的关系是：R2 和 R3 并联，并联后再与 R1、R4 串联。

当电路中需要比较大的电阻，但手中只有小的电阻时，可用适量的电阻进行串联得到这个大电阻；当电路中需要比较小的电阻但手中只有大的电阻时，可用适量的电阻进行并联得到这个小电阻。