

创维彩电技术丛书·第一分册 (TB1238/TB1240 系列)

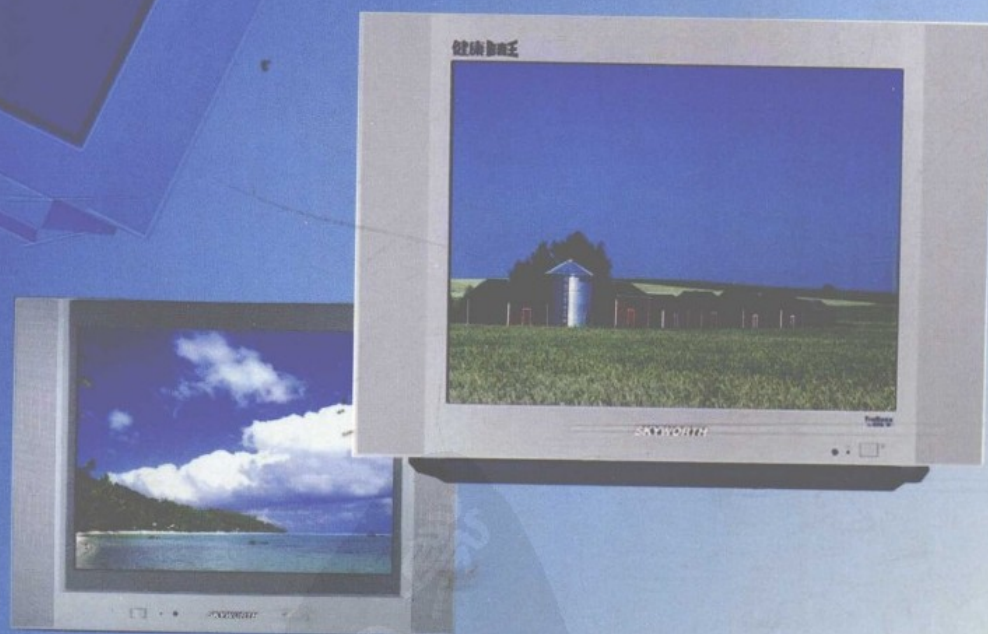
创维

彩电原理与维修

THE THEORY & MAINTENANCE OF SKYWORTH COLOR TV

霍勇 主编

陆载言 刘改明 编著



中国科学技术出版社

www.skyworth.com.cn



秉承“顾客，您是总裁”的服务理念，创维集团在不断开发世界先进水平彩电产品的同时，也一向致力于彩电技术普及的传播与推广。

本书是创维集团用户服务部的专家们多年工作经验的总结和精炼。

本套丛书共分四册。全书系统地介绍了创维最新数码彩电电路原理、调试方法、集成电路和实用维修数据，同时从分析、解决问题的方法等各方面对创维彩电系列产品的原理和维修进行阐述，本套丛书中还给出了大量维修数据、选编了大量的维修实例，以使读者获得事半功倍之功效。

希望本套丛书能够有助于广大技术人员自身技术技能和综合素质的提高。



顾客，您是总裁！

ISBN 7-5046-3257-0



9 787504 632579 >

ISBN 7-5046-3257-0

TN-16 定价：28.00元

序

十年前的创维集团，在中国家电业中还只能算是一个名不见经传的小企业，然而在经过不到十年的风雨历程之后，他一跃中国彩电业四强之列，出口量连续8年居全国之首，并始终执世界彩电数码技术尖端之牛耳。1999~2001年，创维彩色电视机系列先后荣获由中国消费者协会、国家质量技术监督局、中国名牌战略推进委员会等行业主管部门颁发的中国“3·15”标志彩电、国家首批“免检产品”、“中国名牌产品”等荣誉。这充分说明了广大用户和行业权威机构对创维产品的肯定与推崇。创维集团成立十年来，对国家最大的贡献就是创造了“创维（skyworth）”这一真正的中国名牌。

创维品牌良好的美誉度及口碑，源于技术上的不断创新和至善至美的服务支持。创维集团从创业伊始就十分重视技术的升级与创新，并在技术人才的培养与引进以及 R&D（科研）方面注入了巨额资金。创维除注重自主开发外，还与美国硅谷的泰鼎和 nDSP，日本的松下（PANASONIC）、东芝（TOSHIBA）、三洋（SANYO），荷兰的飞利浦（PHILIPS），德国的西门子（SIEMENS），法国的汤姆逊（THOMSON），韩国的三星（SAMSUNG）等诸多国际著名彩电厂商进行广泛的技术交流与合作，从 1994 年设计出第一台第三代大规模集成电路彩电，到 100Hz、数码双频、50Hz 逐行电视、GMD1250 电视、60Hz 逐行电视、75Hz 电视，直到高清晰度电视（HDTV）的发射和接收整套系统，均是创维自主开发，技术在国内领先且极具国际竞争力。除此之外，创维还在美国硅谷、墨西哥、土耳其、香港、北京、深圳、武汉等国家或地区已经建立起一套完整的、引导国际先进技术的研发体系。而对于服务，创维同样将之置于整个集团的战略高度，迄今为止，创维已在全国各地拥有直属用户服务中心及下属二级联络处 300 余个，特约用户服务站、特约服务工程师等其他成份 2000 余家，并在 2000 年实施了“一镇一点”的服务网络建设战略。在服务层次和档次上，我们的广大服务中心员工更是群策群力：从“创维心连心、免费服务到家门”，到“创维人春节不回家，真诚服务为大家”，到 2000 年提出的引导全行业的全新服务理念“顾客——您是总裁”，再到 2001 年提出的“创维，让服务入世”，所有这些无不凝聚着创维对所有用户的关爱和呵护。

创维产品的不断推陈出新，向服务工程师们提出了新的挑战。为此，创维集团专门成立了《创维彩电技术丛书》编委会，特邀行业知名人士陆载言、王锡胜两位教授主笔，编著了一套《创维彩电技术丛书》。丛书较为系统地向广大技术人员传授创维大屏幕国际线路彩色电视机的工作原理和维修技术，其中收集了创维用户服务部具有丰富实践经验工程师的宝贵经验，我相信此丛书一定会得到广大彩电从业人员的青睐，本书的出版也可以说是对中国彩电业的一大奉献。借此一隅，我谨向参与编著本书的作者以及全体创维服务工程师的辛勤工作表示敬意和感谢！同时向社会各界关心创维的广大技术人员表示由衷的谢意！

我希望《创维彩电技术丛书》编委会继续努力，为广大专业技术人员提供更多的工具书，给创维品牌不断注入新的活力，为发展我国的民族工业做出更大的贡献！

创维是太阳！

陆载言

2001 年 12 月于香港

TN/P. 12/32

编委会名单

顾问：	黄宏生	张学斌
	杨东文	李鸿安
主编：	霍勇	陆载言
编委：	潘浓桂	刘改明
	葛文高	周可勤
	袁亚文	程文广

前 言

创维集团是我国彩电业一面飘扬的旗帜！由于创维彩电技术先进、品质优良、价格合理、故障率低、服务周到，在激烈的市场竞争中赢得了市场，倍受广大消费者青睐。不到10年时间，创维彩电市场占有率在1999年就已跃居全国四强，彩电出口量连续8年居全国前茅，创维品牌已成为我国最著名彩电品牌之一。

创维的崛起，一靠先进的技术，二靠优质的服务。创维集团不仅拥有自己的技术优势，还与世界上许多著名的电子企业都有技术合作，如美国的ITT、泰鼎、nDSP，日本的松下、东芝、三洋，荷兰的飞利浦，法国的汤姆逊，德国的西门子。技术优势是创维不断创新和发展的源泉，在市场经济的今天，创维不仅加大对技术的投入，还把满足顾客的各种服务要求提升到集团的战略地位，时时倾听顾客的心声。顾客所关心的就是创维所关心的，创维优良的服务质量，让顾客体会到买创维彩电称心，用创维彩电放心，绝无后顾之忧！

为了更进一步深化对顾客的服务，创维集团中国区域营销总部服务总监霍勇先生策划组织编写一套《创维彩电技术丛书》，以提高广大彩电从业人员的素质，实现有创维彩电的地方，就有创维的技术服务，让创维的顾客倍受关爱和呵护。

该丛书分为四册，本书是系列丛书的第一册，它分为两部分，第一篇是维修技术基础，主要依照劳动部、国内贸易部颁发的《国家职业技能鉴定规范》（考核大纲）对家用视频设备维修工的电工学知识、电子线路知识与数字电路知识的要求编写，其中，有“*”标记的内容是高级工掌握的内容，有“*”标记的内容是高、中级工掌握的内容，没有标记的内容是高、中、初级工都应掌握的内容，本篇内容精练，对于重要概念力求少用数学推导，尽量配合实例讲解，以使读者容易读懂，但不枯燥，这些概念以黑体字印刷；第二篇讲述创维T系列机芯彩电原理与维修，原理部分力求精简、通俗、易懂，实践部分着重讲述创维彩电的维修方法和维修实例，同时提供关键测试点和各部分维修参数。总之，突出实用性是本书的主要特点。

本书第一篇及第二篇的1~16章由陆载言编写，第二篇的17和18章由刘改明编写，全书由陆载言统稿。

本书的编写工作都是在创维集团中国区域营销总部服务总监霍勇先生的指导下完成的，并由霍勇先生审稿；创维集团中国区域营销总部用户服务部技术管理科潘浓桂经理、袁亚文技术主管和合肥用户服务中心李炳怀主任对本书的编写工作给予了大力支持；本书的维修实例由创维集团中国区域营销总部用户服务部技术管理科刘改明提供，维修数据由杨永、刘改明实测；刘颖、唐冬梅打印了全部书稿，绘制了部分插图。在此对他（她）们表示衷心的感谢！限于编者水平，书中错误难免，敬请读者不吝指正。

编 者

2002年2月

目 录

第一篇 维修技术基础

第一章 直流电路	(2)
1.1 欧姆定律	(2)
1.2 电阻的连接与分压	(3)
1.2.1 电阻的串联	(3)
1.2.2 电阻的并联	(4)
1.2.3 电阻的混联	(6)
1.3 电功率与焦耳 - 楞次定律	(7)
1.3.1 电功率	(7)
* 1.3.2 焦耳 - 楞次定律	(8)
1.4 基尔霍夫定律	(8)
1.4.1 基尔霍夫第一定律	(9)
1.4.2 基尔霍夫第二定律	(10)
* 1.5 叠加定理	(11)
* 1.6 戴维南定理	(12)
第二章 正弦交流电路	(15)
2.1 正弦交流电的表示方法	(15)
2.2 正弦交流电的三要素	(17)
2.3 纯电阻电路	(20)
2.4 纯电感电路	(20)
2.5 纯电容电路	(23)
2.6 电阻 R 、电感 L 、电容 C 串联电路	(25)
2.7 电阻 R 、电感 L 、电容 C 并联电路	(27)
第三章 电磁基本知识与变压器	(29)
3.1 磁的基本概念	(29)
3.2 电流的磁场	(30)
* 3.3 磁滞回线及其在电视机中的应用	(31)
3.4 电磁感应	(34)
3.5 变压器	(35)
第四章 晶体二极管与晶体三极管	(38)
4.1 PN 结	(38)
4.2 晶体二极管	(40)
* 4.3 稳压管	(42)

* 4.4 变容二极管	(42)
4.5 晶体三极管	(43)
第五章 低频放大器	(47)
5.1 共发射极放大器	(47)
5.1.1 共发射极基本放大电路	(47)
5.1.2 静态工作点稳定的共发射极放大器	(51)
5.2 射极输出器	(54)
5.3 共基极放大器及晶体管三种接法的比较	(55)
5.4 放大器中的负反馈	(57)
5.4.1 反馈的基本概念与分类	(57)
5.4.2 负反馈放大器的典型电路	(58)
5.4.3 负反馈的作用	(59)
* 5.4.4 电视机视放级共射放大器频带的展宽	(61)
5.5 功率放大器	(62)
5.5.1 功率放大器概述	(62)
5.5.2 互补对称式推挽功放的基本电路 (OCL 电路)	(62)
5.5.3 无变压器功率放大器 (OTL 电路)	(63)
第六章 直流放大器	(66)
6.1 差动放大器	(66)
6.1.1 差动放大器的工作原理	(66)
6.1.2 实用差动放大器	(68)
6.1.3 差动放大器的四种形式	(69)
6.2 集成运算放大器	(70)
第七章 直流稳压电源	(75)
7.1 整流与滤波电路	(75)
7.1.1 整流电路	(75)
7.1.2 滤波电路	(77)
7.2 稳压电路	(78)
7.2.1 稳压管稳压电路	(78)
7.2.2 串联稳压电源	(79)
* 7.2.3 开关稳压电源基本概念	(80)
第八章 高频小信号调谐放大器	(83)
8.1 谐振电路	(83)
8.1.1 串联谐振电路	(83)
8.1.2 并联谐振电路	(86)
8.1.3 串、并联谐振电路的比较	(87)
* 8.1.4 耦合谐振电路	(88)
8.2 小信号调谐放大器	(90)
8.2.1 单调谐放大器	(90)

8.2.2 双调谐放大器	(92)
8.2.3 参差调谐放大器	(93)
第九章 正弦波振荡器	(95)
9.1 自激式振荡器的基本工作原理	(95)
9.2 LC 振荡器	(97)
9.2.1 变压器(互感)耦合振荡器	(97)
9.2.2 电感三点式振荡器(哈特雷振荡器)	(97)
9.2.3 三点式振荡器相位条件判别规则	(98)
9.2.4 电容三点式振荡器(考毕兹振荡器)	(99)
9.2.5 串联改进型电容三点式振荡器(克拉波振荡器)	(99)
9.2.6 并联改进型电容三点式振荡器(西勒振荡器)	(100)
9.2.7 几种三点式振荡器特点的比较	(101)
9.3 晶体振荡器	(101)
9.3.1 石英谐振器	(101)
9.3.2 并联型晶体振荡器	(102)
9.3.3 串联型晶体振荡器	(103)
9.4 压控振荡器(VCO)	(104)
第十章 解调与混频电路	(105)
10.1 调制的基本概念	(105)
10.2 检波器	(109)
10.2.1 二极管峰值包络检波器	(109)
10.2.2 同步检波器	(110)
10.3 鉴频器	(112)
10.3.1 比例鉴频器	(112)
10.3.2 差动峰值鉴频器	(113)
10.4 混频器	(114)
* 10.5 锁相环路基本知识	(115)
* * 第十一章 数字电路基本知识	(119)
11.1 数制	(119)
11.2 门电路	(121)
11.3 触发器	(126)
11.4 寄存器	(129)
11.5 计数器	(131)
11.6 译码器	(132)
11.7 显示器	(133)
11.8 模/数(A/D)转换与数/模(D/A)转换	(134)
11.8.1 模/数(A/D)转换器	(135)
11.8.2 数/模(D/A)转换器	(137)
11.9 存储器	(138)

第十二章 黑白电视信号的发送与接收	(141)
12.1 电视传送图像的基本原理	(141)
12.2 黑白全电视信号	(143)
12.3 广播黑白电视信号的发送	(145)
12.4 电视信号的接收	(149)
12.5 黑白电视制式	(151)
* 第十三章 彩色电视基本原理	(153)
13.1 彩色电视的传送	(153)
13.1.1 彩色三要素与三基色原理	(153)
13.1.2 彩色电视传送的基本方式	(153)
13.2 彩色电视三种制式的编、解码器及彩色全电视信号	(158)
13.2.1 NTSE 制编码器	(158)
13.2.2 NTSC - M 制解码器	(165)
13.2.3 PAL 制编码器	(165)
13.2.4 PAL 制解码器	(168)
13.2.5 PAL 制彩色全电视信号	(169)
13.2.6 SECAM 制编码器	(169)
13.2.7 SECAM 制彩色全电视信号	(171)
13.2.8 SECAM 制解码器	(172)
13.2.9 三种彩电制式的比较	(173)
13.3 世界主要国家(地区)采用的电视制式	(175)
13.4 彩色电视机的组成	(181)

第二篇 创维彩电概述创维 T 系列机芯原理与维修

第十四章 创维彩电概述	(184)
14.1 创维彩电的命名方法	(184)
14.2 创维彩电各系列机芯的特点	(186)
14.3 创维彩电各系列机芯所采用的集成电路	(190)
第十五章 创维 5T20 机芯原理	(193)
15.1 5T20 机芯概述	(193)
15.2 5T20 机芯公共通道	(199)
15.2.1 5T20 机芯公共通道电路分析	(199)
15.2.2 5T20 机芯公共通道常见故障的检修	(204)
15.3 中频/视频/色度/扫描小信号处理集成电路 TB1240N 概述	(208)
15.4 图像、伴音中频通道与制式切换电路	(217)
15.4.1 图像中频通道	(217)
15.4.2 伴音中频通道	(220)
15.4.3 制式切换电路	(223)
15.5 AV/TV 切换电路 TA1219N	(224)

15.6	5T20 机芯的亮度与色度信号通道	(228)
15.6.1	5T20 机芯的亮度信号通道与基色信号处理电路	(228)
15.6.2	5T20 机芯的色度信号通道	(230)
15.7	5T20 机芯视放输出电路	(235)
15.8	5T20 机芯伴音电路	(238)
15.8.1	环绕声处理器 TA8776N	(238)
15.8.2	功率放大器 TA8256	(244)
15.9	5T20 机芯扫描电路	(246)
15.9.1	行、场扫描小信号处理电路	(246)
15.9.2	行激励与行输出电路	(249)
15.9.3	场输出电路	(253)
15.10	5T20 机芯遥控系统	(257)
15.10.1	微处理器 TMP87CM38N	(258)
15.10.2	存储器 ST24C04	(260)
15.10.3	面板键盘输入电路、遥控发射器与接收器	(261)
15.10.4	电压合成调谐选台系统	(263)
15.10.5	屏幕字符显示电路	(264)
15.10.6	I ² C 总线系统	(265)
15.11	5T20 机芯的开关稳压电源	(269)
15.11.1	5T20 机芯的供电系统	(270)
15.11.2	5T20 机芯的开关稳压电源	(270)
第十六章	3T20、5T10 机芯简介	(276)
16.1	T 系列机芯概述	(276)
16.2	3T20 机芯简介	(277)
16.2.1	3T20 机芯的基本组成与信号流程	(277)
16.2.2	中频/视频/色度/扫描小信号处理集成电路 TB1238N	(279)
16.2.3	场输出集成电路 TA8403K/LA7830 与音频功放集成电路 TDA1905 ...	(282)
16.2.4	3T20 机芯开关稳压电源	(284)
16.3	5T10 机芯简介	(288)
16.3.1	5T10 机芯的东西枕校电路(分立元件组成)	(288)
16.3.2	具有枕校电路的场输出电路 STV9306	(292)
16.3.3	伴音功放 TA8200AH	(293)
第十七章	创维 T 系列机芯维修时的调整	(295)
17.1	概 述	(295)
17.2	T 系列机芯的 I ² C 总线数据表	(297)
17.3	T 系列机芯的功能设定数据表	(301)
第十八章	创维 T 系列机芯彩电常见故障检修	(304)
18.1	T 系列机芯彩电常见故障检修流程	(304)
18.2	T 系列机芯常见故障元器件	(314)

18.3	T系列机芯维修数据	(324)
18.3.1	5T20 机芯维修数据	(324)
18.3.2	3T20 机芯维修数据	(327)
18.4	T系列机芯彩电故障检修实例	(330)
18.4.1	光栅故障	(330)
18.4.2	图像故障	(338)
18.4.3	伴音故障	(340)
18.4.4	遥控系统故障	(341)
18.3.5	其他故障	(344)

第一篇

维修技术基础

本篇根据劳动部、国内贸易部 1995 年颁发的《国家职业技能鉴定规范》（考核大纲）所要求的家用视频设备维修工（高、中、初级工）应掌握的电工学知识、电子线路知识、数字电路知识编写而成。

有“* *”标记的内容要求高级工掌握；有“*”标记的内容要求高、中级工掌握；没有标记的要求高、中、初级工掌握。

第一章 直流电路

彩电是由各种电路构成的，因此学习彩电维修技术必须从学习电路基本理论入手。

本章主要介绍直流电路的基本规律及最简单的分析计算方法。包括《国家职业技能鉴定规范》（考核大纲）要求初级家用视频设备维修工掌握的：欧姆定律、基尔霍夫定律、电阻分压分流计算；以及对中级工要求掌握的：叠加定理、戴维南定理、焦耳-楞次定理等内容。

1.1 欧姆定律

1. 部分电路的欧姆定律

欧姆定律是电路理论中的一个最基本定律，它表明了电路中电流、电压和电阻三者之间的关系规律。德国物理学家欧姆通过实验发现：在负载电阻 R 中流通的电流强度 I 的大小，与加在 R 两端的电压 U 成正比，而与电阻 R 成反比。这一结论被称为部分电路的欧姆定律。它的数学表达（ U 、 I 的假设方向见图 1-1）式为

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-1)$$

或写作

$$U = IR \quad (1-2)$$

$$R = \frac{U}{I} \quad (1-3)$$

式中： I ——电流（安培 A）； U ——电压（伏特 V）； R ——电阻（欧姆 Ω ）。

运用欧姆定律，在已知或测量得到两个电路参数值时，就可用上述公式求得第三个参数。

例 1 某放大器射极电阻为 $1\text{k}\Omega$ ，放大器在直流工作状态测得其两端电压为 1V ，求流过该电阻的电流 I 。

解 由式（1-1）可得

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1}{1000} = 0.001\text{A} = 1\text{mA}$$

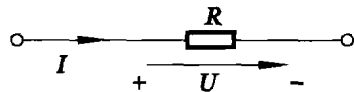


图 1-1 假设 U 与 I 方向一致，欧姆定律如式（1-1）所示

2. 全电路欧姆定律

图 1-2 所示为一闭合电路。电源的电动势为 E ，内阻为 r 。实验证明闭合电路中电流强度 I 与电动势 E 成正比，与外电路的电阻和电源内电阻之和（ $R + r$ ）成反比，这个关系称为全电路（即闭合电路）欧姆定律。它的数学表达式（ U 、 I 的参考方向见图 1-2）为

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (1-4)$$

从式 (1-4) 可知, 电流随负载电阻 R 的减小而增大。特殊情况, 当外电路短路 (即 $R=0$), 此时

$$I = \frac{E}{r}$$

因为电源内阻 r 很小, 所以短路电流很大。彩电发生短路故障时不但会烧坏电视机, 甚至可能引起火灾, 因此彩电中都设置了保险丝与保护电路。

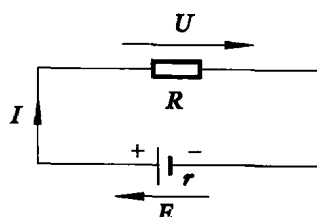


图 1-2 闭合电路

1.2 电阻的连接与分压

在实际电路中, 电阻的连接方式有串联、并联、混联 (串并联的结合) 等几种。

1.2.1 电阻的串联

1. 电阻串联电路的特点

把两个或两个以上的电阻, 逐个相连, 而且各连接点都无分支, 如图 1-3 所示, 这种连接方式称作电阻的串联。

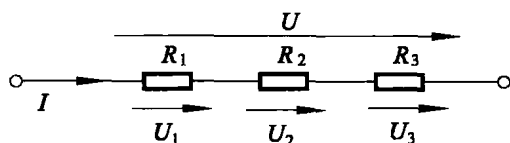


图 1-3 3 个电阻的串联

电阻串联电路有以下 5 个特点:

(1) 流过各电阻的电流都相同。

(2) 电路中的总电压 U 等于各电阻上电压之和, 即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \quad (1-5)$$

(3) 串联电路的总电阻 R 等于各串联电阻之和。

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

若 n 个电阻串联, 则其等效电阻 R 为

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n \quad (1-6)$$

(4) 各串联电阻上电压分配与电阻的阻值成正比。即

$$U_1 : U_2 : U_3 = R_1 : R_2 : R_3 \quad (1-7)$$

(5) 各串联电阻上消耗的功率与各电阻的阻值成正比。即

$$P_1 : P_2 : P_3 = R_1 : R_2 : R_3 \quad (1-8)$$

2. 电阻串联电路的分压

在电子电路中, 常利用串联电阻的分压原理来获得适当的电压。例如晶体管放大器的分压式偏置电路, 电压表的量程扩大等都应用了分压原则。

下面来推导电阻串联电路分压公式。

若有 n 个电阻串联, 其总电阻为 R , 则第 K 个电阻 R_K 上分到的电压 U_K 为

$$U_K = IR_K = \frac{U}{R} R_K \quad \text{即}$$

$$U_k = \frac{R_k}{R} U \quad (1-9)$$

式中： U ——加到 n 个串联电阻两端的电压。

例 2 图1-4所示为电位器 R_x (270Ω) 与电阻 R_1 (350Ω)、 R_2 (550Ω) 组成的串联分压电路，在电视机中调节电位器 R_x 即可调节输出电压 U_0 ，从而改变电视机的某一模拟量。若电路的输入直流电压 $U = 12V$ ，试求输出电压 U_0 的变化范围。

解 先求串联电路总电阻 R

$$R = R_1 + R_x + R_2 = 350 + 270 + 550 = 1170(\Omega)$$

当电位器的触点下移到最下端时，输出电压 U_0 最小，根据分压公式 (1-9) 此时 U_0 (最小) 为

$$U_{0\min} = \frac{R_2}{R} U = \frac{550}{1170} \times 12 = 5.64(V)$$

当电位器的触点上移到最上端时输出电压 U_0 最大，根据分压公式此时 U_0 (最大) 为

$$U_{0\max} = \frac{R_x + R_2}{R} U = \frac{270 + 550}{1170} \times 12 = 8.41(V)$$

可见，调节电位器 R_x ，就可以改变 U_0 的大小，使 U_0 在 $5.64 \sim 8.41V$ 的范围内变化。

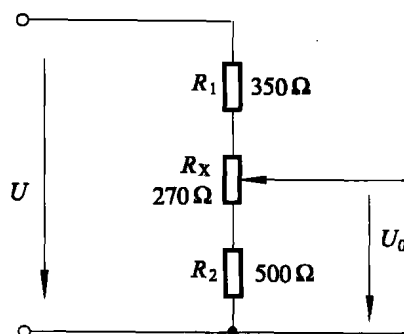


图 1-4 电位器分压电路

1.2.2 电阻的并联

1. 电阻并联电路的特点

把两个或两个以上的电阻的一端连接在一起，另一端也连接在一起，这种连接方法叫做并联。电阻并联常用两条平行的斜线“//”来表示。图 1-5 所示是 3 个电阻的并联电路，可记为 $R_1 // R_2 // R_3$ 。

并联电阻电路有以下 5 个特点：

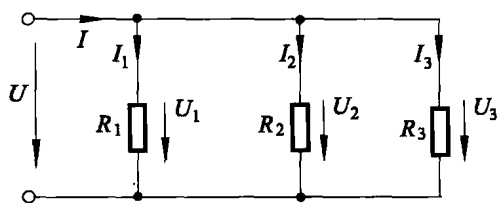


图 1-5 电阻并联电路

(1) 各并联电阻两端的电压相等，并且等于外加电压 U ，即

$$U_1 = U_2 = U_3 = U$$

(2) 并联电路总电流等于各支路电流之和，即

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

(3) 并联电路等效电阻（总电阻） R 的倒数，等于各并联电阻倒数之和，即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

若有 n 个电阻并联，则

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad (1-10)$$

显然电阻并联后，总电阻小于任何一个分电阻。我们常用到两个电阻 R_1 与 R_2 并联，

此时等效电阻 R 为

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$\therefore R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (1-11)$$

这是一个经常用到的公式，但此式不可以推广到两个电阻以上的并联，请读者注意。

(4) 各并联电阻通过的电流与其电阻值成反比，即

$$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}$$

若有 n 个电阻并联，则

$$I_1 : I_2 : I_3 : \cdots : I_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3} : \cdots : \frac{1}{R_n}$$

在电阻并联电路中，电阻值越大则该支路电流越小；反之，电阻值越小则该支路电流越大。

(5) 各支路电阻消耗的功率与各支路的电阻值成反比。

2. 电阻并联电路的分流

在实际电路中，并联电阻电路常用来分流。由 n 个电阻并联的电路其第 n 个并联支路电流 I_n 同总电流 I 的关系，可由下式决定

$$I_n = \frac{R}{R_n} I \quad (1-12)$$

式中： R ——并联电路总电阻； R_n ——并联电路第 n 个支路电阻。

我们经常用到的两个电阻 R_1 与 R_2 并联的电路，其总电阻为 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 。因此，两个电阻并联电路的分流公式为

$$\left. \begin{aligned} R_1 \text{ 支路电流 } I_1 &= \frac{R}{R_1} I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \\ R_2 \text{ 支路电流 } I_2 &= \frac{R}{R_2} I = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \end{aligned} \right\} \quad (1-13)$$

例3 电路如图1-6所示，其中 $R_1 = 4\text{k}\Omega$ 、 $R_2 = 4\text{k}\Omega$ 、 $R_3 = 2\text{k}\Omega$ 、 $I = 8\text{mA}$ ，求总电阻 R_{AB} 及各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 。

解 首先判断电阻的连接方式。因为三个电阻的一端连接在 A 点，另一端连接在 B 点，所以是 $R_1 // R_2 // R_3$ 并联电路。

先求 $R_1 // R_2$ 的等效电阻 R'

根据式 (1-11) 得

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2(\text{k}\Omega)$$

再求 $R' // R_3$ 得到总电阻 R_{AB}

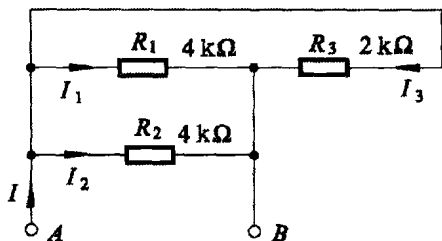


图1-6 例3电路图

$$R_{AB} = \frac{R' \cdot R_3}{R' + R_3} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1(\text{k}\Omega)$$

根据分流公式 (1-12) 可求得各支路电流:

$$I_1 = \frac{R_{AB}}{R_1} I = \frac{1\text{k}\Omega}{4\text{k}\Omega} \times 8\text{mA} = 2\text{mA}$$

$$I_2 = \frac{R_{AB}}{R_2} I = \frac{1\text{k}\Omega}{4\text{k}\Omega} \times 8\text{mA} = 2\text{mA}$$

$$I_3 = \frac{R_{AB}}{R_3} I = \frac{1\text{k}\Omega}{2\text{k}\Omega} \times 8\text{mA} = 4\text{mA}$$

1.2.3 电阻的混联

既有电阻串联又有电阻并联的电路称为混联电路, 如图 1-7 所示。

显然, 图 1-7 电路的连接关系是 $R_4 // R_5$ 然后再与 R_3 串联, 然后再与 R_2 并联, 最后再与 R_1 串联, 即 A、B 端等效电阻 R_{AB} 为:

$$R_{AB} = \{[(R_4 // R_5) + R_3] // R_2\} + R_1$$

但有时, 电阻的连接关系并不是初学者一眼就能看出来的, 例如图 1-8 所示电路。

这时, 为了使电阻的连接关系明朗一

些, 可以将电路改画, 连接导线可以延长或缩短, 甚至可以缩成一个点。对于图 1-8, 可将 C、E 两点合并为一个 C 点, D、B 两点合并为一个 B 点, 并将上、下两条连接线缩短, 即得到图 1-9。这样改画后, 串、并联关系就十分清楚了。

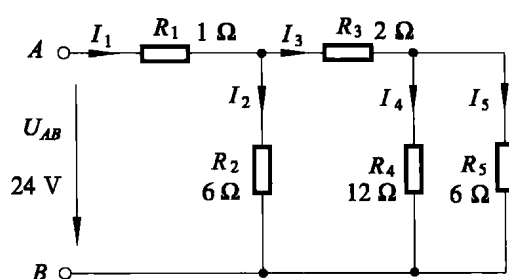


图 1-7 电阻混联电路

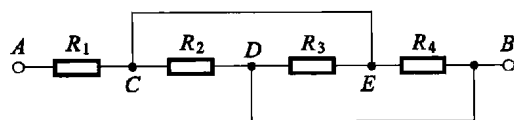


图 1-8 较难辨认的混联电路

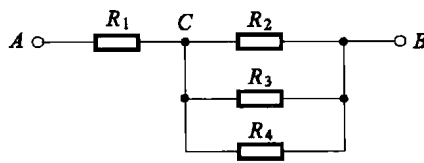


图 1-9 图 1-8 改画后的电路

显然, 按照图 1-9, 可知 AB 两端的等效电阻 $R_{AB} = R_1 + (R_2 // R_3 // R_4)$ 。

例 4 电路如图 1-7 所示, 求 AB 两端等效电阻 R_{AB} , 及各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 、 I_5 。

解 由右向左简化, 首先 R_4 与 R_5 并联为 R'

$$R' = R_4 // R_5 = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4(\Omega)$$