

● 家电维修职业培训教材 ●

Electronic circuit and radio

电子电路 与收音机

(第三版)

段九州 / 主编



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

家电维修职业培训教材

电子电路与收音机

(第三版)

主编 段九州

参编 宁丙辰 张志愿 朱靖卫

审校 王春安

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子电路与收音机/段九州主编. —北京:中国计量出版社, 2006. 10

家电维修职业培训教材

ISBN 7-5026-2528-3

I. 电… II. 段… III. ①电子电路—技术培训—教材②收音机—技术培训—教材

IV. ①TN710②TN85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122084 号

内 容 提 要

本书是着眼于引导初学者入门的电子技术基础读物。内容分为电子电路基础知识和收音机两大部分,并细分为电工学基础知识、半导体器件基础、放大器基础、反馈与振荡电路、稳压电源原理、无线电基础知识、超外差式收音机、收音机常见故障及维修方法、收音机的装配与调试、集成电路收音机等共十章。本书在讲述理论时尽量降低入门难度、在选择内容时注重动手能力的培养、在章节安排上注意引导和激发初学者的钻研兴趣,适合于作为家电维修职业培训、电子技术职业教育的教材,也可供广大家电维修人员与家电爱好者使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 19.25 字数 450 千字

2006 年 10 月第 3 版 2006 年 10 月第 9 次印刷

*

印数 28 501—31 500 定价: 36.00 元

前 言

1998年,中国计量出版社出版了王春安教授与笔者合编的《电子电路与收音机》一书。承蒙读者垂爱,该书出版八年来连续八次印刷,总数达到数万册。鉴于本书独特的针对性和实用性,国内许多职业技术学校和家电技术培训班选择了本书作为教材。八年过去了,由于现代电子技术的发展日新月异,原书的许多内容已经明显陈旧,无法适应新的技术发展形势。为此,中国计量出版社委托作者在原书框架基础上对本书进行了修订。

这次修订具有以下几个特点:一是保留了原书的框架结构,即基本内容包括电路基础知识和收音机两大部分,章节顺序基本不变;二是删去了一些冗余的理论推演论证和过时的元器件的介绍,进一步强调现代电子技术实际技能的学习;三是增补了更新更实用的内容,如元器件的实物照片、多种类型场效应晶体管的介绍、更多的集成电路知识以及单片收音机电路介绍等。为了让初学者入门更容易些,本书在介绍晶体管基础知识时,直接介绍晶体二极管和晶体三极管的伏安特性,而把按常规要先讲的PN结物理基础作为该章的附录供有兴趣的读者自学参考。在收音机篇中,摒弃了过时的锗管样板收音机的介绍,选择了现今市场上流行且成本较低的1.5V硅管X-921型收音机作为装机实践教学의样板机。

屈指算来,笔者在电子技术这一行工作学习已经36年有余。笔者深深感到:学习电子技术一定要从动手开始。动手可以培养兴趣,兴趣可以使人持之以恒。许多人单纯学习理论从来不动手,结果几年过去后兴趣索然,半途而废。而许多文化程度并不高的业余爱好者,凭着强烈的兴趣和执着的努力,最终成为电子技术领域某一专业的内行甚至专家,这种例子周围俯拾皆是。在编写这本着眼于引导初学者入门的电子技术基础读物的过程中,笔者努力做到在讲述理论时尽量降低入门难度、在选择内容时注重实际动手能力的培养、在章节安排上注意引导和激发初学者的持续钻研兴趣。笔者希望这些努力能够给读者增添一些学习电子技术的乐趣,给使用本书教学的老师增加一些课程组织上的方便,给整个学习过程减少一些时间上的压力。

本书适合于作为家电维修职业培训、电子技术职业教育的教材,也可供具有初中及以上文化程度的青年作为自学参考。书中标题后带有*号的内容作为选学而不会影响全书的系统性,读者可以根据自己的基础和总学习时间自由取舍。各章末备有习题与思考题,以方便读者自行检查学习的效果。

参加本书编写的有段九州、宁丙辰、张志愿、朱靖卫等同志。王春安教授认真阅读了全书原稿并提出了许多有益的修改意见。李祥臣教授向作者提供了他在半导体电路理论方面的许多新见解和研究成果,这使本书增色不少。段丹、刘建鹏、郝景超利用暑假为本书绘制了大部分插图。在本书的编写过程中,信息工程大学电子技术学院 301 教研室给予了大力支持与帮助。作者在此一并向他们表示由衷的感谢。尽管作者做了最大努力,但是由于时间紧迫以及编者的水平所限,书中仍然可能存在着一些缺陷和谬误,恳望读者不吝批评指正。

段九州

2006 年 10 月

目 录

第一章 电工学基本知识	(1)
1 基础知识	(1)
1.1 电荷	(1)
1.2 电流	(1)
1.3 电路	(2)
1.4 电压和电位	(3)
1.5 电动势	(3)
1.6 电功率	(4)
2 电路元件	(5)
2.1 电阻器	(5)
2.2 电容器	(11)
2.3 电感器	(19)
2.4 变压器	(22)
2.5 电声器件	(26)
3 电路中的基本定律	(28)
3.1 欧姆定律	(28)
3.2 结点电流定律	(29)
3.3 回路电压定律	(30)
4 元件的联接及等效元件	(31)
4.1 元件的联接关系	(31)
4.2 电阻的联接及等效电阻	(31)
4.3 电感器的联接及等效电感	(34)
4.4 电容器的联接及等效电容	(34)
4.5 等效电源定理	(36)
4.6 负载获得最大功率的条件	(37)
5 RC 电路和 RL 电路的过渡过程 *	(38)
5.1 RC 充电电路	(38)
5.2 RC 放电电路	(39)
5.3 RL 的过渡过程	(39)
6 正弦交流电路	(40)
6.1 正弦交流电的特征	(41)

6.2 纯电阻交流电路	(43)
6.3 纯电容电路	(44)
6.4 纯电感电路	(46)
7 谐振电路	(47)
7.1 串联谐振	(48)
7.2 并联谐振	(49)
7.3 谐振曲线	(49)
8 万用表	(50)
8.1 万用表工作原理	(51)
8.2 万用表的使用	(51)
8.3 数字式万用表	(54)
习题与思考题	(56)

第二章 半导体器件基础	(58)
1 半导体器件一般知识	(58)
1.1 半导体的特性	(58)
1.2 杂质半导体	(58)
1.3 PN 结	(59)
2 晶体二极管	(61)
2.1 普通二极管的伏安特性曲线	(61)
2.2 普通二极管的主要参数	(62)
2.3 硅稳压二极管	(63)
2.4 发光二极管	(64)
2.5 光敏二极管	(65)
2.6 用万用表检查判断晶体二极管	(65)
2.7 使用注意事项	(65)
3 晶体三极管	(66)
3.1 晶体三极管的原理性结构	(66)
3.2 三极的电流关系	(66)
3.3 晶体三极管的电流放大作用	(68)
3.4 晶体三极管的流控开关作用	(69)
4 晶体三极管的伏安特性曲线及主要参数	(70)
4.1 晶体三极管共射特性曲线	(70)
4.2 晶体三极管的主要参数	(72)
4.3 万用表测试判断三极管	(73)
5 场效应三极管 *	(75)
5.1 结型场效应管	(75)

5.2 金属-氧化物-半导体场效应管	(78)
5.3 场效应管的主要参数	(82)
5.4 场效应管放大电路	(83)
5.5 场效应管的测试	(85)
附录 2-1 半导体的共价键理论	(86)
附录 2-2 半导体器件型号的命名方法	(93)
附录 2-3 日本半导体器件命名规则	(94)
习题与思考题	(95)
 第三章 放大器基础知识	 (97)
1 放大电路的技术指标	(97)
1.1 放大倍数	(97)
1.2 输入电阻	(98)
1.3 输出电阻	(98)
2 基本放大电路	(98)
2.1 恒基流放大电路	(99)
2.2 放大器工作点的稳定	(105)
2.3 多级放大器	(107)
3 直接耦合放大器	(109)
3.1 直接耦合放大器的特殊要求	(109)
3.2 差动放大器	(110)
4 功率放大器	(113)
4.1 功率放大器的特性	(113)
4.2 功率放大器的分类	(114)
4.3 单管功率放大器	(115)
4.4 变压器耦合的推挽功率放大器	(119)
4.5 无输出变压器的功率放大器	(120)
5 集成电路放大器 *	(121)
5.1 集成运放的基本知识	(121)
5.2 集成运放内电路简介	(122)
5.3 线性集成电路的使用	(126)
5.4 线性集成运放的应用技巧	(128)
5.5 集成功率放大器	(134)
6 其他类型的放大器	(141)
6.1 隔离放大器	(141)
6.2 选频放大器	(145)
习题与思考题	(148)

第四章 反馈与振荡电路	(149)
1 反馈的一般知识	(149)
1.1 反馈的基本类型	(149)
1.2 正反馈与负反馈	(151)
2 负反馈对放大器性能的影响	(152)
2.1 放大倍数减小	(152)
2.2 非线性失真减小	(153)
2.3 负反馈改善放大器的频响特性	(153)
2.4 负反馈改变输入、输出电阻	(154)
3 正弦波振荡器	(155)
3.1 自激振荡的产生	(155)
3.2 正弦波振荡器的工作原理	(156)
3.3 正弦波振荡器	(156)
3.4 LC 正弦波振荡器	(157)
3.5 哈特莱振荡电路	(159)
3.6 考毕兹振荡器	(159)
3.7 RC 型正弦波振荡器	(161)
3.8 石英晶体振荡器	(166)
习题与思考题	(171)
第五章 稳压电源原理	(172)
1 整流电路	(172)
1.1 半波整流电路	(172)
1.2 全波整流电路	(174)
1.3 桥式整流电路	(175)
2 滤波电路	(176)
2.1 电容滤波	(176)
2.2 有源滤波器	(178)
3 倍压整流电路	(179)
4 线性稳压电路	(180)
4.1 稳压电路的指标	(180)
4.2 硅稳压管稳压电路	(181)
4.3 串联式稳压电路	(181)
4.4 串联式稳压电路的改进	(183)
5 线性集成稳压电源	(185)
5.1 三端固定电压输出集成稳压器	(185)
5.2 启动及偏置电路	(186)

5.3 采样及比较放大电路	(187)
5.4 保护电路	(187)
6 开关型稳压电源	(189)
6.1 开关型稳压电源的分类	(189)
6.2 开关稳压电路的工作原理	(191)
6.3 控制电路的稳压原理	(193)
6.4 并联式开关稳压电源	(195)
6.5 电路工作过程	(197)
6.6 稳压过程	(197)
7 集成开关稳压器 *	(198)
7.1 大功率开关稳压电源 LA6350	(198)
7.2 集成电路开关稳压电源 CW4960/4962/4964/296	(199)
7.3 基本使用方法	(201)
7.4 大功率三端集成稳压器	(203)
习题与思考题	(204)

第六章 无线电基础知识	(205)
1 无线电波及其传播	(205)
1.1 什么是无线电波	(205)
1.2 无线电波的调制	(206)
1.3 无线电波的发送	(207)
1.4 无线电波的接收	(208)
2 收音机波段的划分及性能指标	(208)
2.1 波段的划分	(208)
2.2 性能指标	(208)
习题与思考题	(213)

第七章 超外差式收音机	(214)
1 超外差式收音机的组成及方框图	(214)
1.1 超外差式收音机的原理	(214)
1.2 超外差式收音机的组成方框图	(216)
2 天线及输入回路	(217)
2.1 天线	(217)
2.2 输入回路	(217)
2.3 外加天线及输入方式	(218)
2.4 对本级电路的要求	(218)

3 变频级	(219)
3.1 变频级电路的组成及工作原理	(219)
3.2 对本级电路的要求	(220)
3.3 检查本级电路工作是否正常的方法	(221)
3.4 本级主要故障现象及产生原因	(221)
4 中频放大级	(222)
4.1 中频放大级的组成及工作原理	(223)
4.2 对本级电路的要求	(223)
4.3 对中放电路的检查	(224)
4.4 几种常用的中频放大电路	(224)
4.5 中频放大电路故障分析	(226)
4.6 中频自激的检查及消除方法	(226)
5 检波级	(228)
5.1 二极管检波电路	(228)
5.2 三极管检波电路	(229)
6 自动增益控制电路	(230)
6.1 普通自动增益控制方式	(230)
6.2 阻尼二极管自动增益控制电路	(231)
7 低频放大级	(232)
7.1 低放电路组成及工作原理	(233)
7.2 低放电路故障分析	(233)
7.3 低放电路自激及消除方法	(233)
8 功率放大级	(234)
8.1 功放电路的组成及工作原理	(234)
8.2 功放电路故障分析	(235)
8.3 其他形式的功放电路	(235)
9 收音机中的几种特殊电路*	(238)
9.1 手动频率微调电路	(238)
9.2 短波增益提升器	(239)
9.3 本地远程开关	(240)
9.4 谐波变频电路	(240)
习题与思考题	(242)
 第八章 收音机常见故障及维修方法	(243)
1 检修晶体管收音机常用工具及仪表	(243)
1.1 常用工具	(243)
1.2 仪器设备	(244)

2 检查收音机故障的方法	(245)
2.1 直观法检查	(245)
2.2 用万用表检查电源电压和总电流	(246)
2.3 信号注入法	(246)
2.4 各级电压、电流检查法(直流工作状态检查法)	(248)
2.5 短路法	(249)
2.6 替代法	(249)
2.7 信号寻迹法	(249)
2.8 检修收音机的步骤和原则	(250)
3 收音机的常见故障及检修	(250)
3.1 无声	(251)
3.2 灵敏度低	(252)
3.3 声音小	(253)
3.4 音质变坏、失真	(253)
3.5 杂音	(254)
3.6 啸叫	(254)
3.7 汽船声	(254)
3.8 串台	(254)
3.9 调谐失灵	(255)
习题与思考题	(256)
 第九章 收音机的装配与调试	(257)
1 收音机的装配	(257)
1.1 装配前的准备工作	(257)
1.2 装配	(259)
1.3 装配时注意事项	(259)
2 收音机的调试	(260)
2.1 调各级静态工作点	(260)
2.2 调中周	(262)
2.3 对频率刻度	(263)
2.4 统调	(263)
习题与思考题	(267)
 第十章 集成电路收音机 *	(268)
1 调频原理	(268)
2 调频收音机的特点	(269)
2.1 调频波具有较强的抗干扰能力	(269)

2.2 调频具有较宽的频带	(269)
2.3 调频一般采用超短波波段传播	(269)
3 单片集成电路调幅收音机	(270)
3.1 7641 芯片介绍	(271)
3.2 采用 7641 的集成电路收音机工作原理	(271)
3.3 集成电路收音机的调试与检修	(272)
3.4 7642 芯片介绍	(274)
3.5 采用 7642 的微型单片调幅直放式收音机	(275)
4 单片调频调幅收音机	(276)
4.1 2204 芯片介绍	(276)
4.2 1019 芯片介绍	(277)
4.3 珠江 PR1301 收音机电路分析	(279)
4.4 1019 单片集成电路收音机	(280)
4.5 单片调频收音机的调试与检修	(282)
5 几种流行的单片集成电路收音机电路	(283)
5.1 CXA1015M 单片收音机电路	(283)
5.2 AN7003K/3V AM 单片收音机电路	(284)
5.3 KA22421/D/3V AM 单片收音机电路	(285)
5.4 CXA1191M/P/S/3V FM/AM 单片收音机电路	(287)
5.5 LA1816/M、LA1817/M/3V AM/FM 立体声收音机电路	(288)
5.6 CXA1031M/3V FM/AM 单片收音机电路	(288)
习题与思考题	(291)
附录 1 参考文献	(292)
附录 2 常用电路图符号	(293)

第一章

电工学基本知识

为了掌握电子电器的原理和技术,首先要了解一些电工学的基本原理和一些元器件的基本知识。本章主要讲述电路中常用的几个基本概念、基本定律,并介绍一些常用的电路元器件,为今后学会分析电子电路打下基础。

1 基础知识

1.1 电荷

许多物质受到摩擦等作用时,会造成物体得到或失去电子,此时物体就带了电,或者说带了电荷。自然界中存在两种电荷,即正电荷与负电荷。正、负电荷数量相等时物体不带电;而当物体失去一些电子就带正电荷,得到一些电子带负电荷。同性电荷相排斥,异性电荷相吸引是电荷的基本性质。物体所带电荷的多少叫电荷量,用“ Q ”来表示。电荷量的单位是库仑,用“ C ”表示。

1.2 电流

电荷的定向移动称为电流,用字母 I 表示。单位是安培,简写为 A 。在国际单位制中,电流常用的单位还有毫安 (mA)、微安 (μA) 和纳安 (nA),它们的关系为:

$$1A=10^3mA=10^6\mu A=10^9nA$$

习惯上规定正电荷移动的方向为电流方向。由于电子带负电荷,因此电流的方向与电子的运动方向相反。电流流动的方向总是由高电位流向低电位(后面还要介绍电位)。在分析、计算电路时,常可任意选定某一方向作为电流的正方向,称为参考方向。当电流的实际方向与其参考方向一致时,则电流为正值;当电流的实际方向与其参考方向相反时,则电流为负值。例如,在图 1-1 中,假定 a 点电位高于 b 点电位,则图 1-1 (a) 中标出的电流 $i=i_{ab}$ 与电流的实际方向一致,为正值;图 1-1 (b) 中标出的电流 $i=i_{ba}$ 与实际方向相反,因此电

流 i_{ba} 为负值。

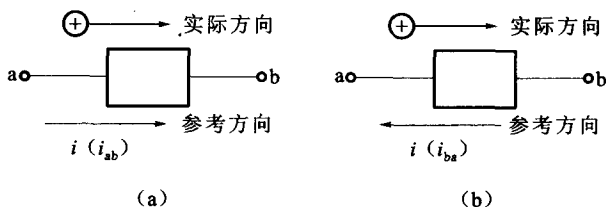


图 1-1 电流的方向

当电流 i 的大小和方向均不变时，称为直流电流，简称为直流（DC），习惯上常用大写的 I 表示直流电流。

1.3 电路

电路就是电流的流路径。一个简单的例子是手电筒工作时的电路连接情况。图 1-2 所示为手电筒的组成结构。干电池通过开关的控制向灯泡供电，电流经过灯泡使之发出光亮。手电筒的金属外壳或者藏在筒内的铜片就是电路中的导线。如果把这导线展开画出来会更清楚一些。譬如，手电筒的电路可以画成图 1-3 (a) 那样。不过，这种按照电池、灯泡、开关的形状画元件实物图的方法仍然比较费事，如果再复杂一点的电路画起来就更麻烦了。为了解决这个问题，人们画电路图时想出了用电路的元件模型（又称元件符号）代替元件实物的办法，如图 1-3 (b) 所示。图中的 S 代表手电筒的开关， L 代表灯泡。干电池用 E 代替。这样的画法显然简便了许多。今后，各种复杂的电路图我们都要采用这种画法。

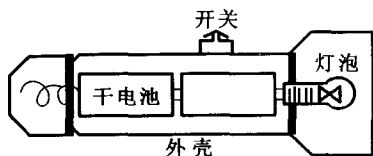


图 1-2 手电筒的结构

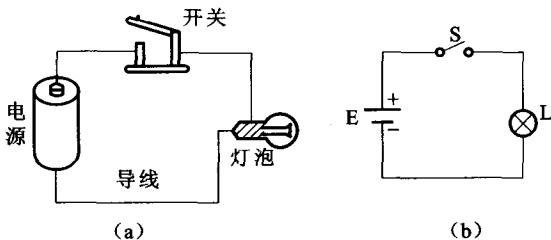


图 1-3 手电筒的电路图画法

实际中使用的电路元件符号还有很多。图 1-4 给出了几种最常用的电路元件符号，更多的电路元件符号在本书的书末附录给出。

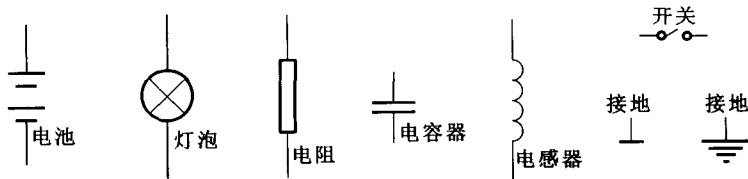


图 1-4 最常用的几种电路元件符号

电路中由于导线、开关或元件断开等原因，使电流不能流通，这种情况我们称为“开路”或“断路”。例如，把图 1-3 (b) 的开关 S 置于断开位置，这时就可以称电路为“开路”。开路有时是人们需要的，有时是属于故障且应避免的。

把电路中本来不相联接的点用导线联接或直接碰在一起,称为短路。如果在图 1-3 中用导线把干电池的两端连通,这个电源就被“短路”。正常的供电电源是绝不允许短路的,因为电源短路后会有相当大的电流通过电源内部,使电源烧毁。例如,电瓶等类电源为了防止因短路等原因造成过大的电流产生,平时都在电瓶的输出端接入保险丝,一旦出现了过大电流,保险丝立即熔断,以保护电源及其他元器件不受“短路”的伤害。在电器设备中,由电路故障造成和人为造成的短路故障时有发生,因此大部分电器设备都安装有保险丝。

开路和短路造成的电路中电压、电流的变化也可以为我们所利用。例如电器设备的修理人员在有安全把握的情况下,常常人为地制造开路或短路,观察由此而产生的现象,进而可在更小的电路范围内分析判定故障的真正原因。

1.4 电压和电位

电压是用来描述电场力移动电荷做功本领的物理量。电路中 a、b 两点之间的电压是指电场力移动单位正电荷从 a 点到 b 点所做的功,记作“ U_{ab} ”。并有

$$U_{ab} = U_a - U_b \quad (1-1)$$

U_a 和 U_b 分别是 a、b 两点的电位。因此,电压就是 a、b 两点的电位差,下标 ab 顺序不能混淆。它表示 a 点对 b 点的电压,它指明了电压降的方向是从 a 指向 b。所以,讲电压必须说明是哪两点之间的电压。电压可以有负值,例如,对于任何一个特定的电路总有

$$U_{ab} = -U_{ba} \quad (1-2)$$

电压的单位是伏特,简称伏,用字母 V 表示。常用的电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏(μ V),它们之间的关系为:

$$1\text{V} = 10^3\text{mV} = 10^6\mu\text{V} = 10^{-3}\text{kV}$$

那么电位是什么呢?谈电位首先要弄清参考点,电路中某点的电位是指该点与参考点之间的电压。因此电路中的电位有相对性,它的大小、正负都与参考点选在哪里有关。在电路中通常选择电源的负端或正端为参考点。参考点的电位值规定为零伏。

电路中的参考点原则上可以任意选择,但是在同一电路中,参考点只能选择一个。电压和电位都是反映电场或电路能量的物理量,二者既有联系又有区别。电位是相对的,它的大小与参考点选在哪里有关;电压是绝对的,无论你把参考点选在哪里,它的大小不会随之而变化。

1.5 电动势

在图 1-3 (b) 的电路图中,干电池源源不断地向灯泡提供电流,这种能力来自于一种动力。这个动力就是电池内部存在的“搬运”电荷的能力。在电池内部,干电池内的化学能把电荷从其负极搬运到它的正极,相当于把电荷从低电位搬运到高电位。而在外电路,电流总是从高电位流向低电位,就像水总是从高处流向低处。不只是干电池,所有的电源都有把电荷从低电位搬运到高电位的能力。用这种能力作的功就是电源的“电动势”。如果把电路比作水路,电动势就像是一种“水泵”的功能,它能把水从低处提升到高处。电动势则能把电荷从低电位处提升到高电位处。

需要注意：电源内部的电动势的方向规定为从低电位端指向高电位端。换句话说，当电动势为正时，其方向是电位升高的方向，这与电压的标记方法正好相反。例如，图 1-5 中电动势 E （符号与前述电池的符号一样）的方向由低电位指向高电位，与它的电压 U 的标记方向正好相反。标记电动势的方向可以用箭头，也可以用正负号“+”和“-”。另外，电源内电动势的大小与电源的开路电压相等。因为当电源处于开路时，电源中没有电荷的移动，这时电场力与外力相平衡，电场力和外力对正电荷做功的能力相等。

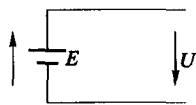


图 1-5 电动势与其电压的标记方法对比

1.6 电功率

1.6.1 电功

电场力移动电荷（电流）所做的功叫电流的功，简称电功。电流通过某两点（例如 a、b）之间电功的大小与电流、电压和通电时间成正比，即：

$$A_{ab} = U \cdot I \cdot t \quad (1-3)$$

电功的单位是焦耳。如果 1 安培的电流通过 a、b 之间，且 a、b 两点之间的电压为 1 伏特，通电时间为 1 秒，那么电场力所做的电功为 1 焦耳。

注意：电功是电场力所做的功，非电场力（电源内部）所做的功，我们一般不称为电功。

1.6.2 电功率

电场力（或电流）在单位时间内所做的功叫做电功率，简称功率，它是描述电场力（或电流）做功快慢的物理量，用字母“ P ”表示，即：

$$P = \frac{A}{t} = U \cdot I \quad (1-4)$$

电功率的单位是瓦特，简称瓦，用字母 W 表示。由此可见，电功率是电压与电流的乘积。如果电流是 1 安培，电压是 1 伏特，电功率就是 1 瓦特。电功率的单位还有千瓦（kW）、毫瓦（mW）。它们之间的关系为：

$$1W = 10^3 mW = 10^{-3} kW$$

在工程上还有应用另一种功率的单位，称为马力

$$1 \text{ 马力} \approx 736 \text{ 瓦}$$

$$1 \text{ 瓦} \approx 0.00136 \text{ 马力} \approx 1.36 \times 10^{-3} \text{ 马力}$$

在电力工程中，电功的单位是度，也称为千瓦时。

$$1 \text{ 千瓦时 (度)} = 1000 \text{ 瓦} \times 3600 \text{ 秒} = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦耳}$$

例题 一家用 2 盏 100 瓦的电灯泡照明，每天照明时间为 3 小时，问 10 天应交电费多少钱？（设每一度电电费为 0.6 元）

解：一天用电为 $100 \text{ 瓦} \times 2 \times 3 \text{ 小时} = 600 \text{ 瓦/小时}$