


第2版

全国高职高专卫生部规划教材  
供医学影像技术专业用

# 影像电子学基础

主 编 朱小芳

副主编 郭树怀

 人民卫生出版社

◆ 影像电子学基础

医学影像检查技术

医学影像诊断学

超声诊断学

核医学

介入放射学基础

放射治疗技术

放射物理与防护

医学影像设备学

医学影像成像原理



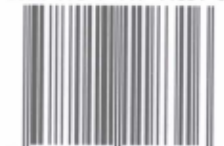
策划编辑 / 陶 峰 李向东

责任编辑 / 杨 帆 陶 峰

封面设计 /  大璞方圆

版式设计 / 李秋斋

ISBN 978-7-117-11831-6



9 787117 118316 >

定 价：26.00 元

人民卫生出版社网站：

门户网：[www.pmph.com](http://www.pmph.com) 出版物查询、网上书店 卫人网：[www.hrhexam.com](http://www.hrhexam.com) 执业护士、执业医师、卫生资格考试培训

全国高职高专卫生部规划教材

供医学影像技术专业用

# 影像电子学基础

第2版

主 编 朱小芳

副主编 郭树怀

编 者 (按姓氏笔画排列)

冯国鑫 绍兴文理学院医学院

朱小芳 绍兴文理学院医学院


陈建方 安徽蚌埠医学院

赵合运 新乡医学院

赵笑畏 山东医学高等专科学校

姜建华 浙江医学高等专科学校

郭树怀 河北邢台医学高等专科学校

 人民卫生出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

影像电子学基础/朱小芳主编. —2 版. —北京:  
人民卫生出版社, 2009. 5  
ISBN 978-7-117-11831-6

I. 影… II. 朱… III. 影像诊断-医用电子学-高  
等学校: 技术学校-教材 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059238 号

门户网: <a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	出版物查询、网上书店
卫人网: <a href="http://www.hrbexam.com">www.hrbexam.com</a>	执业护士、执业医师、 卫生资格考试培训

本书本印次封底贴有防伪标, 请注意识别。

**影像电子学基础**

第 2 版

---

主 编: 朱小芳  
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)  
地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼  
邮 编: 100078  
E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)  
购书热线: 010-67605754 010-65264830  
印 刷: 潮河印业有限公司  
经 销: 新华书店  
开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75  
字 数: 397 千字  
版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2009 年 5 月第 2 版第 3 次印刷  
标准书号: ISBN 978-7-117-11831-6/R·11832  
定 价: 26.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

## 出版说明

全国高职高专医学影像技术专业卫生部规划教材第一轮于2002年8月出版,共8种。第二轮教材共10种,是在上轮教材使用5年的基础上,经过认真调研、论证,结合高职高专的教学特点进行修订的。

第二轮教材修订的原则,是以专业培养目标为导向,以职业技能培养为根本,力求体现高职高专教育的特色,内容以“必需,够用”为度,特别强调基本技能的培养,力求将相关内容写细、写透,使学生毕业后能独立、正确处理与专业相关的临床常见实际问题。

依据目前高职院校实际开设的课程以及课时数,第二轮教材将原有的《医学影像诊断学》拆分为《医学影像诊断学》、《超声诊断学》、《核医学》;增设了《介入放射学基础》;删减了《医学影像设备管理》,将其内容并入《医学影像设备学》中。为了增强学习效果,《医学影像检查技术》、《超声诊断学》、《介入放射学基础》、《医学影像成像原理》教材配了视听内容丰富的光盘。

第二轮教材的主编和编者是来自全国各地高职高专教学一线的专家学者。在卫生部教材办公室和全国高职高专相关医学类教材评审委员会的组织和指导下,对编写内容的科学性、适用性进行了反复修改,对教材的体例和形式也进行了规范,并列出了学习要求,以便于师生在教学中参考。

# 教材目录

影像电子学基础(第2版)	主 编	朱小芳
	副主编	郭树怀
* 医学影像检查技术(第2版,配盘)	主 编	袁聿德 陈本佳
	副主编	伍建林 徐建国
医学影像诊断学(第2版)	主 审	祁 吉
	主 编	王兴武
	副主编	夏瑞明 赵汉英 唐陶富
超声诊断学(第1版,配盘)	主 审	胡 兵
	主 编	周进祝
	副主编	谭 文
核医学(第1版)	主 编	韩建奎 王荣福
	副主编	李思进 刘兴党
介入放射学基础(第1版,配盘)	主 编	刘作勤
	副主编	刘 筠
放射治疗技术(第2版)	主 编	韩俊庆 王力军
	副主编	王 平 殷国生
* 放射物理与防护(第2版)	主 编	王鹏程
	副主编	马 彦 刘东华
医学影像设备学(第2版)	主 编	黄祥国
	副主编	樊先茂 张佐成
* 医学影像成像原理(第2版,配盘)	主 编	李月卿 李 萌
	副主编	杨立辉

\* 为普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 前 言

本教材在继承第一版成熟部分的前提下,结合高职高专学生的特点和影像技术实用型人才培养目标,在适当兼顾课程内容体系的基础上,严格遵循卫生部教材办公室提出的实用够用原则,紧紧围绕注重培养学生基本理论和基本技能的目的,相应调整了教材结构和内容。编写中深入浅出、循序渐进,较大程度地简化了理论推导过程,侧重讲清概念、介绍基本分析思路和分析方法,体现了教材内容的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性,同时顾及后续相关课程的需要,适当加强了实验教学内容,旨在为学生的职业技能培养奠定良好的基础。

本书内容包括电工学、模拟电子技术学与数字电子技术学三大部分。其中第一至四章为电工学,包括直流电路、正弦交流电路、变压器和常用控制电器与电动机等内容;第五至八章为模拟电子技术学,包括半导体二极管及其应用、晶体三极管及其交流放大电路、直流放大电路及其集成运算放大器和直流电源等内容;第九至十一章为数字电子技术学,包括门电路及其组合逻辑电路、触发器及其时序逻辑电路和数模/模数转换器等内容。根据专业需要特别加强了低压控制电器及逆变电源等内容,教材内容编排上注意了知识的衔接与铺垫。

参加本书编写的人员和分工情况为:邢台医学高等专科学校郭树怀编写第一、二章,实验一、二、三;蚌埠医学院陈建方编写第三、七章,实验八、九、十;新乡医学院赵合运编写第四、十章,实验四、五、十四、十五;绍兴文理学院医学院冯国鑫编写第五章;山东医学高等专科学校赵笑畏编写第六章,实验六、七;绍兴文理学院医学院朱小芳编写第八章,实验十一;浙江医学高等专科学校姜建华编写第九、十一章,实验十二、十三;冯国鑫绘制全部插图。

本书编写工作得到了卫生部教材办公室的指导,受到各参编单位的大力支持,在此深表感谢。

由于编者水平有限,加之编写时间紧迫,书中难免存在不妥之处,谨请读者给予指正。

编 者

2009年3月

# 目 录

<b>第一章 直流电路</b> .....	1
<b>第一节 电路的基本概念</b> .....	1
一、电路和模型电路 .....	1
二、电路的基本参量 .....	2
<b>第二节 基尔霍夫定律</b> .....	5
一、电路的概念 .....	5
二、基尔霍夫电流定律 .....	6
三、基尔霍夫电压定律 .....	6
四、欧姆定律 .....	7
<b>第三节 电路的等效变换</b> .....	8
一、电阻的串并联及其等效变换 .....	8
二、电压源及电流源的等效变换 .....	9
<b>第四节 电路的基本定理</b> .....	11
一、叠加定理 .....	11
二、戴维南定理 .....	12
<b>第五节 电容器及其充放电电路</b> .....	13
一、电容器及电容 .....	13
二、电容器的充电和放电电路 .....	14
本章小结 .....	16
复习思考题 .....	17
<b>第二章 正弦交流电路</b> .....	19
<b>第一节 正弦交流电的基本概念</b> .....	19
一、正弦交流电的三要素 .....	19
二、正弦交流电的表示方法 .....	22
<b>第二节 单一元件交流电路</b> .....	23
一、纯电阻交流电路 .....	23
二、纯电感交流电路 .....	24
三、纯电容交流电路 .....	26



第三节 RLC 串并联交流电路及其谐振	27
一、RLC 串联交流电路	27
二、RLC 并联交流电路及谐振	30
第四节 三相交流电路	32
一、三相交流电动势的产生	32
二、三相交流电源的连接	32
三、三相交流电路的负载连接	33
第五节 安全用电常识	36
一、常见触电形式	36
二、安全措施	37
三、触电急救与防护措施	38
本章小结	38
复习思考题	39
第三章 变压器	41
第一节 变压器的结构	41
一、铁芯	42
二、绕组	42
第二节 变压器的工作原理	43
一、电压变换	43
二、电流变换	43
三、阻抗变换	44
四、变压器的主要参数	44
五、自耦变压器	45
六、变压器绕组的同极性端	45
第三节 中频变压原理简介	46
本章小结	46
复习思考题	47
第四章 常用控制电器与电动机	48
第一节 常用控制电器	48
一、组合开关	48
二、按钮	48
三、接触器	49
四、继电器	50
五、热继电器	51
六、熔断器	51
七、自动空气断路器	52
第二节 三相异步电动机	53

79	一、三相异步电动机的结构与工作原理	53
80	二、三相异步电动机的使用	57
80	第三节 单相异步电动机	62
79	一、剖相式异步电动机	63
80	二、罩极式异步电动机	64
80	第四节 直流电动机	65
80	一、直流电动机的结构和工作原理	65
80	二、直流电动机的使用	67
80	三、控制微电机	68
80	本章小结	70
80	复习思考题	71
611		
	<b>第五章 半导体二极管及其应用</b>	72
81	第一节 半导体基础知识	72
81	一、本征半导体	72
81	二、杂质半导体	73
81	三、PN 结的形成及特性	74
81	第二节 半导体二极管	75
81	一、基本结构	75
81	二、伏安特性	76
81	三、主要参数	77
81	四、特殊二极管	77
	<b>第三节 二极管的基本应用</b>	79
81	一、整流电路	79
81	二、滤波电路	81
81	三、硅稳压管稳压电路	82
82	本章小结	83
82	复习思考题	83
82		
	<b>第六章 晶体三极管及其交流放大电路</b>	85
82	第一节 晶体三极管	85
83	一、晶体三极管的基本结构	85
83	二、晶体三极管的电流放大作用	86
83	三、晶体三极管的特性曲线	88
83	四、晶体三极管的开关特性	90
83	五、晶体三极管的主要参数	91
84	第二节 放大电路的基本组成及其性能指标	92
84	一、基本交流放大电路的组成	92
84	二、放大电路的工作情况	93

三、放大电路的性能指标	93
第三节 放大电路的基本分析	95
一、静态分析	95
二、动态分析	97
第四节 静态稳定的放大电路	103
第五节 多级放大电路	106
一、多级放大电路的耦合方式	106
二、多级阻容耦合放大电路的分析	108
三、多级放大电路的频率特性	108
第六节 功率放大电路	108
一、功率放大电路的特点	109
二、互补对称功率放大电路	110
三、集成功率放大电路	111
第七节 负反馈放大电路	112
一、反馈的基本概念及类型	112
二、典型电路举例	113
三、负反馈对放大电路性能的影响	115
第八节 场效应管及其放大电路	116
一、绝缘栅型场效应管	116
二、场效应管基本放大电路	118
三、本章小结	119
四、复习思考题	120
<b>第七章 直流放大电路及其集成运算放大器</b>	<b>124</b>
第一节 直流放大电路	124
一、生物信号放大器	124
二、直流放大原理与零点漂移	125
第二节 差动放大电路	126
一、电路结构	126
二、典型差动放大器工作原理	127
三、差动放大器的输入输出方式	129
第三节 集成运算放大器	130
一、集成运算放大器的组成	130
二、集成运算放大器的主要性能指标	131
三、集成运算放大器的理想模型	131
四、基本运算放大器	132
第四节 集成运算放大器的应用	134
一、加法运算电路	134
二、微分运算电路与积分运算电路	135

277	三、测量放大器	136
281	四、电压比较器	137
281	本章小结	139
	复习思考题	139
281	<b>第八章 直流电源</b>	141
281	<b>第一节 串联型晶体管稳压电路</b>	141
281	一、直流电源的组成	141
281	二、简单串联型稳压电路	142
281	三、具有放大环节的串联型稳压电路	142
191	四、集成稳压器	144
281	<b>第二节 晶闸管及其可控整流电路</b>	146
181	一、晶闸管	146
281	二、单相半控桥式整流电路	149
108	三、单结晶体管振荡电路	152
108	四、晶闸管的保护	156
	<b>第三节 开关电源与逆变电源</b>	158
208	一、开关电源的特点与分类	158
208	二、开关型稳压电路	159
408	三、逆变电源的概念与分类	160
408	四、逆变电路原理简介	161
308	本章小结	161
208	复习思考题	162
208	<b>第九章 门电路及其组合逻辑电路</b>	163
208	<b>第一节 数字电路基础</b>	163
808	一、数字电路的特点	163
818	二、数制	164
818	三、逻辑代数	166
810	<b>第二节 逻辑门电路</b>	168
	一、分立元件门电路	169
118	二、复合门电路	171
118	三、集成门电路	172
81	<b>第三节 组合逻辑电路</b>	174
118	一、组合逻辑电路的特点	174
218	二、组合逻辑电路的分析	175
718	三、组合逻辑电路的简单设计	176
81	<b>第四节 常用的组合逻辑电路</b>	176
218	一、编码器	176

881	二、译码器 .....	179
781	本章小结 .....	182
681	复习思考题 .....	182
581	.....	
	<b>第十章 触发器及其时序逻辑电路</b> .....	185
111	第一节 基本触发器 .....	185
111	一、基本 R-S 触发器 .....	185
111	二、同步 R-S 触发器 .....	186
141	三、主从结构 J-K 触发器 .....	188
141	四、不同触发器的转换 .....	189
141	第二节 常用时序逻辑电路 .....	191
141	一、时序逻辑电路的基本概念 .....	191
161	二、寄存器 .....	191
141	三、计数器 .....	196
121	本章小结 .....	201
121	复习思考题 .....	201
121	.....	
	<b>第十一章 数模和模数转换器</b> .....	203
021	第一节 基本概念 .....	203
001	第二节 D/A 转换器 .....	204
101	一、权电阻网络型 D/A 转换器 .....	204
101	二、倒 T 形电阻网络型 D/A 转换器 .....	205
101	三、D/A 转换器的主要技术指标 .....	206
	四、集成 D/A 转换器 .....	206
031	第三节 A/D 转换器 .....	207
031	一、逐次渐近型 A/D 转换器 .....	208
031	二、双积分型 A/D 转换器 .....	208
041	三、A/D 转换器的主要技术指标 .....	210
031	本章小结 .....	210
031	复习思考题 .....	210
031	.....	
	<b>实验</b> .....	211
231	实验一 常用电子仪器的使用 .....	211
141	实验二 戴维南定理的验证 .....	213
141	实验三 RLC 串联谐振电路 .....	214
231	实验四 三相异步电动机的使用 .....	215
231	实验五 三相异步电动机的正反转控制线路 .....	217
151	实验六 二极管、三极管的简易测试 .....	219
151	实验七 共发射极单管放大电路 .....	222

实验八 差动放大器 .....	224
实验九 集成运算放大器的应用(一) .....	229
实验十 集成运算放大器的应用(二) .....	232
实验十一 直流稳压电源的设计 .....	235
实验十二 门电路的逻辑功能与参数测试 .....	237
实验十三 组合逻辑电路的设计与测试 .....	240
实验十四 触发器逻辑功能测试 .....	242
实验十五 计数、译码、显示电路 .....	245
附录 .....	248
附录一 半导体器件型号的命名方法 .....	248
附录二 常用晶体二极管参数 .....	249
附录三 常用晶体三极管参数 .....	250
附录四 场效应晶体管参数 .....	252
主要参考书目 .....	253

# 第一章

## 直流电路

### 学习目标

1. 掌握电路模型、电流、电压、电位、功率等电路的基本概念。
2. 掌握基尔霍夫定律、叠加定理和戴维南定理,学会应用定律或定理解决复杂电路的问题。
3. 熟悉电路等效变换概念,掌握电阻、电源等效变换的方法。
4. 熟悉电容器的串并联应用特性,掌握电容器充放电过程,理解时间常数的意义。

### 第一节 电路的基本概念

#### 一、电路和模型电路

1. 电路的组成和作用 电路由电源和电器设备通过导线按一定方式连接而成。其作用一般有两个方面:一是实现电能的输送和转换;二是进行信号的传递与转换。电路通常是由电源、中间环节、负载(用电器)三部分组成。其中电源提供电能,是把其他形式的能量转换成电能的装置;中间环节由导线、开关及测量、控制和保护装置等组成;负载是将电能转换成其他形式能量的装置。如图 1-1(a)为手电筒的实际电路,由电池、开关、灯泡和导线组成。其电池即电源,是提供电能的装置;灯泡是负载,它把电池提供的电能转换为光能和发热的内能;中间环节由导线和开关组成,其主要作用是把电池提供的电能输送给灯泡并控制其亮、灭。而在其他仪器设备中,如电视机、计算机和通信系统等,中间环节是由导线和其他多种元件组成的复杂电路,主要作用是进行信号的传递和处理。

2. 模型电路 在实际电路中,组成电路的各种元件称为电路元件。电路元件在电路中都发挥着一定的性能和作用,它的性能和作用往往是多方面的,例如白炽灯的主要性能是电阻性,但电流通过灯丝又会产生磁场,因而又具有电感性;电容器的主要性能是电容性,同时又有漏电电阻和分布电感;电感线圈的主要性能是电感性,同时又具有电阻性和电容性等。

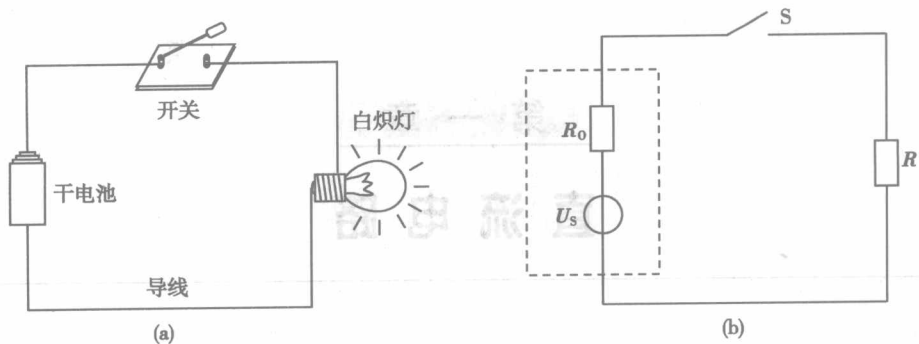


图 1-1 最简单的电路

在电路理论中,为了分析和计算的方便,常将电路元件理想化,即在一定条件下,突出电路元件的主要性能,略去其次要性能,把实际电路元件按其主要性能抽象为一个理想电路元件来描述。例如忽略白炽灯的电感性,就可以把它看做只具有电阻的理想电阻元件,即纯电阻元件。同理,实际电容器如果略去其漏电电阻和分布电感,它也可简化为只具有电容性的纯电容元件。所谓理想电路元件就是只体现一种电路性能,而忽略其他性能。有时,某些电路元件不能看做理想元件,如电源的内阻不能忽略时,电源就不能看做一个理想电源。此时,可把电源看成是有一个理想电源(没有电阻)和一个纯电阻元件(阻值等于电源内阻)的组合。

用各种理想电路元件组成的电路称为实际电路的模型电路。如图 1-1(b)为手电筒的模型电路。在绘制电路图时,各种元件用规定的图形符号来表示。表 1-1 为部分元件的图形符号。

表 1-1 部分元件的图形符号

图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号	名称
	电池		电容		白炽灯
	理想电压源		可变电容		熔断器
	理想电流源		微调电容		接地
	电阻		电解电容		两线相接
	可变电阻电位器		电感		两线交叉

## 二、电路的基本参量

在电路理论中,经常要涉及的电路基本参量有电流、电压、电位和功率等。

1. 电流 电荷的定向移动形成电流。电流的大小用电流强度来表示,定义为单位时



间内通过导体横截面的电荷量,正电荷的流动方向规定为电流的方向。大小和方向都不随时间而改变的电流称为恒定电流,简称直流,常用 DC 或 dc 表示,符号用大写字母  $I$  表示。

设时间  $t$  内通过某导体横截面的电荷量为  $Q$ ,则有:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

大小和方向都随时间而改变的电流,叫做变动电流,其中一个周期内电流的平均值为零的变动电流称为交变电流,简称交流,常用 AC 或 ac 表示,用小写字母  $i$  表示。

设时间  $dt$  内通过某导体横截面的电量为  $dq$ ,则有:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2)$$

在国际单位制中,电量的单位为库仑,符号是 C,时间的单位为秒,符号是 s,电流的单位为安培,符号是 A。实际应用中电流的单位还有毫安(mA)、微安( $\mu\text{A}$ ),各单位间的换算关系为:

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$

在进行电路分析时,对复杂电路中某一段电路电流的实际方向往往很难判定,而且电流为变动电流时,方向还在不断地变化,因此在电路中很难明确电流的实际方向。为此,我们引入电流的“参考方向”这一概念。

电流的参考方向,就是在一段电路中任意假定一个电流的正方向,计算结果若电流值为正,即  $i > 0$ ,则表明电流的实际方向与参考方向相同;若电流值为负,即  $i < 0$ ,则表明电流的实际方向与参考方向相反。见图 1-2 所示,电流的参考方向一般用实线表示,电流的实际方向用虚线表示。

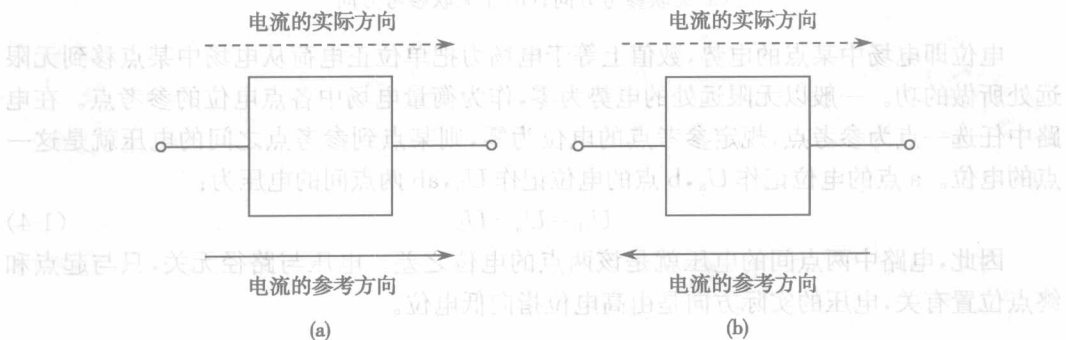


图 1-2 电流的参考方向

(a)  $i > 0$ ; (b)  $i < 0$

2. 电压和电位 电压是电源的电场力对电荷做功能力的物理量,用  $U$  表示,电路中两点间的电压等于将单位正电荷从一点移动到另一点时电场力所做的功。

设将一正电荷  $q$  从  $a$  点移到  $b$  点时,电场力所做的功为  $W_{ab}$ ,则  $ab$  两点间的电压为:

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{q} \quad (1-3)$$

在国际单位制中,电压的单位为伏(特),符号为 V,实用中还有千伏(kV),毫伏(mV)