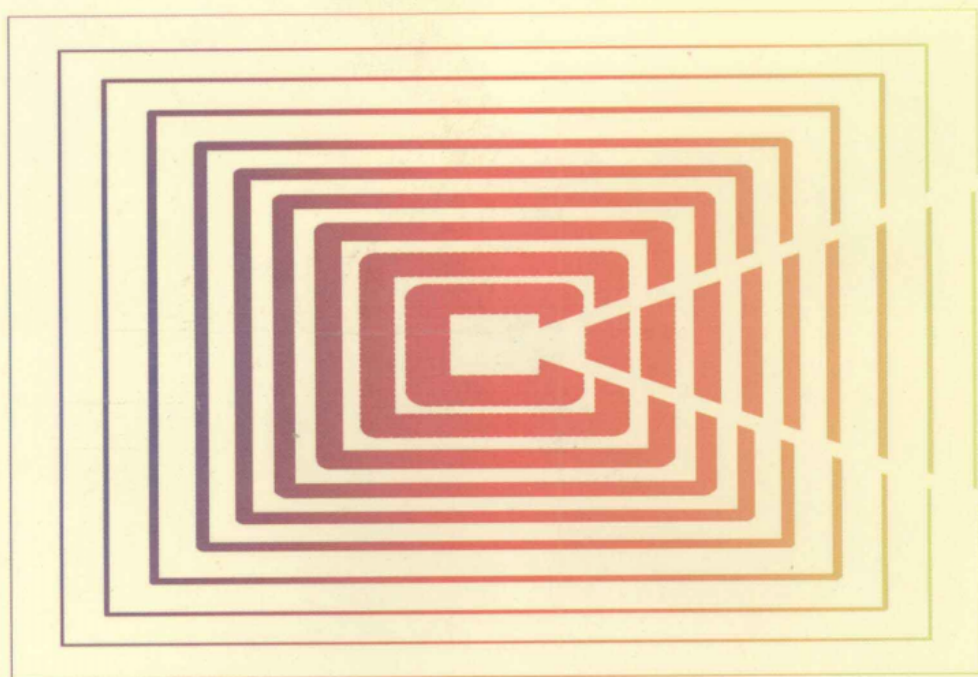




教育部 高职高专规划教材  
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai  
供 医 学 影 像 技 术 专 业 用

# 影像电子学基础

主编 陈武凡 副主编 邱松耀



人民卫生出版社

责任编辑 孟昭美 陈 懿 马 瑛 刘红霞  
封面设计 陈 旻 版式设计 魏红波

ISBN 7-117-04443-8



9 787117 044431 >

定 价：50.00 元

教育部高职高专规划教材  
供医学影像技术专业用

# 影像电子学基础

主 编 陈武凡

副主编 邱松耀

编者（以姓氏笔画为序）

刘 红（白求恩军医学院）

刘娅琴（第一军医大学）

陈小燕（第一军医大学）

陈武凡（第一军医大学）

邱松耀（白求恩军医学院）

尚艳华（山东省卫生学校）

郭明霞（天津医科大学）

郭永新（泰山医学院）

彭建华（南京卫生学校）

人 民 卫 生 出 版 社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

影像电子学基础/陈武凡主编. -北京:  
人民卫生出版社, 2002  
ISBN 7-117-04443-8

I. 影… II. 陈… III. 影像诊断-医疗器械-电  
子学 IV. TH776

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 056597 号

## 影像电子学基础

---

主 编: 陈武凡

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

印 刷: 三河市潮河印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 33.75

字 数: 781 千字

版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-04443-8/R · 4444

定 价: 50.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

# 全国高等职业技术教育医学影像专业 规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设的要求,满足高等职业技术教育医学影像技术专业的教学需要,卫生部教材办公室组织全国具有医学影像和医学影像技术专业教学经验和编写水平的教师,根据高等职业技术教育的培养目标,对其主干课程进行了规划和编写。

这套教材全面贯彻了素质教育的思想,从社会发展对高素质技术型人才需要的实际出发,重视对学生实践能力和创新精神的培养,突出实用性。教材编写过程中,在理论体系、内容结构和阐述方法等方面也做了一些尝试。特别注重和要求教材的内容要兼顾不同学制学生的水平和能力,要与助理执业医师考试及学生毕业后的实际工作相衔接。教材编写注重启发性,并注意全套教材的整体优化。

本套教材共 8 种,其中《医学影像诊断学》、《医学影像检查技术》和《影像电子学基础》为教育部高职高专规划教材。

医学影像成像原理	主 编 李月卿
	副主编 李 萌
医学影像设备学	主 编 徐 跃
	副主编 黄泉荣
医学影像设备管理	主 编 李林枫
* 医学影像诊断学	主 编 祁 吉
	副主编 刘林祥
* 医学影像检查技术	主 编 袁聿德
	副主编 贾树春
放射物理与防护	主 编 李迅茹
放射治疗技术	主 编 王瑞芝
* 影像电子学基础	主 编 陈武凡
	副主编 邱松耀

\* 教育部高职高专规划教材

# 前 言

本书属于全国医学高等职业教育《医学影像技术》专业的系列基础教材之一。高等职业教育是高等教育的一个组成部分,是培养专门行业对高级技术人员的重要途径。事实上,一些专门行业对高级技术人员的需求大小,也是一个国家发达程度的标志之一。在当前,大型医学影像成像设备的应用已相当普及,培养一批使用与维护这类高科技设备的高级技术人员已成急需。基于此,国家卫生部与教育部联合下文《中国医学教育改革发展纲要》,指出了高等职业教育的重要性,并对医学影像技术专业属于高等职业教育做出了明确定位。显然,职业教育与专业教育在培养对象与教授方式上属不同的体系,但二者之间又存在必然联系,特别是教授内容上的部分衔接与各自侧重。

基于上述,本书编写的指导思想为,选材必须遵循培养目标的规定,内容须顾及相关课程的需要,实验要注重基本技能的培养,落点应定位于本科和中专之间。本着该原则,本书内容由电工学(50学时)、模拟电子技术(64学时)与数字电子技术(60学时)三大部分组成。其中,一至五章为电工学,包括电路、变压器与电动机,常用控制电器等内容;六至十章为模拟电子技术,包括半导体器件、常用放大电路、集成运算放大电路和直流电源等内容;十一至十六章为数字电子技术,包括门电路、逻辑电路、脉冲电路、模数/数模转换器、可编程逻辑器件等内容。写作上体现了思想性、科学性、先进性、启发性和适用性;编排上注意了知识的衔接与铺垫;此外,适当地加强了实验课教学内容,旨在为学生的职业技能培养奠定良好的基础。

毋庸置疑,本书的特色即为,明确的读者对象、适当的深度定位、完整的知识结构与强化的实验比重。这个特色,将是突破高等专业教育与中等专业教育的框架,建设新的人才培养模式——高等职业教育的有意义的探索。

本书编委会,始自今年3月,开会定纲、分头编写、相互协调、有机整合,历时4个月,终于定稿出版,个中辛苦,自不待言,谨向各位编委表示谢忱。

由于编者水平有限,不当处在所难免,如蒙读者批评指正,收益于再版中改进,则读者幸甚,编者幸甚。

陈武凡

2002年7月

# 目 录

<b>第一章 电路的基本定律与分析方法</b> .....	1
<b>第一节 电路模型和电路的基本变量</b> .....	1
一、电路模型 .....	1
二、电路的基本变量 .....	3
<b>第二节 电路的基本定律</b> .....	7
一、基尔霍夫定律 .....	7
二、欧姆定律 .....	9
<b>第三节 电路的等效变换</b> .....	13
一、电阻的串联、并联及其等效变换 .....	13
二、电压源、电流源及两种实际电源的等效变换 .....	19
<b>第四节 电路基本分析方法</b> .....	22
一、支路电流法 .....	22
二、节点电压法 .....	23
<b>第五节 电路基本定理</b> .....	25
一、叠加定理 .....	25
二、戴维南定理 .....	27
三、诺顿定理 .....	29
<b>第六节 含受控源电路的分析</b> .....	30
<b>第七节 线性双端口网络</b> .....	32
一、双口网络的电压、电流关系 .....	32
二、双口网络参数的计算 .....	33
<b>第八节 实验</b> .....	36
实验一 电阻元件伏安特性的测试 .....	36
实验二 叠加定理的验证 .....	37
实验三 有源二端网络端口特性的测试 .....	38
<b>本章学习指导</b> .....	40
<b>习题一</b> .....	42
<b>第二章 正弦交流电路</b> .....	48
<b>第一节 正弦交流电的基本概念</b> .....	48
一、频率与周期 .....	48
二、最大值与有效值 .....	49
三、相位与初相角 .....	50

第二节 正弦量的相量表示 .....	51
一、复数 .....	52
二、相量 .....	54
第三节 电阻、电感、电容元件及其交流电路 .....	56
一、电阻元件 .....	56
二、电感元件 .....	56
三、电容元件 .....	58
四、电阻、电感、电容元件的交流电路 .....	60
第四节 电阻、电感及电容元件串联的交流电路 .....	64
一、基尔霍夫定律的相量形式 .....	64
二、阻抗的定义 .....	65
三、交流电路的性质 .....	66
四、功率与功率因数 .....	67
第五节 阻抗的串联与并联 .....	71
一、阻抗串联 .....	71
二、阻抗并联 .....	71
三、阻抗与导纳 .....	72
第六节 复杂正弦交流电路的分析与计算 .....	74
第七节 正弦交流电路的频率特性 .....	77
一、RC 串联电路 .....	77
二、串联谐振 .....	79
三、并联谐振 .....	81
第八节 提高功率因数的方法 .....	82
第九节 三相交流电路 .....	84
一、三相电源 .....	85
二、负载 Y 形连接的三相电路 .....	87
三、负载 $\Delta$ 形联接的三相电路 .....	89
四、三相电路的功率 .....	90
第十节 实验 .....	91
实验一 移相电路的测试 .....	91
实验二 电阻、电感、电容串联电路频域响应的测试 .....	92
实验三 电容、电感参数的测量 .....	93
本章学习指导 .....	94
习题二 .....	96
第三章 电路的暂态分析 .....	100
第一节 换路定则与初始值的计算 .....	100
一、换路定则 .....	100
二、电压、电流初始值的计算 .....	101



第二节 $RC$ 电路的响应 .....	104
一、 $RC$ 电路的零输入响应 .....	104
二、 $RC$ 电路的零状态响应 .....	107
三、 $RC$ 电路的全响应 .....	109
第三节 一阶线性电路响应的三要素法 .....	111
第四节 $RL$ 电路的响应 .....	113
第五节 微分电路与积分电路 .....	116
一、微分电路 .....	116
二、积分电路 .....	117
第六节 实验 .....	118
一阶 $RC$ 电路暂态响应的测试 .....	118
本章学习指导 .....	119
习题三 .....	120
<b>第四章 变压器与电动机</b> .....	<b>124</b>
<b>第一节 变压器</b> .....	<b>124</b>
一、磁路简介 .....	124
二、变压器的工作原理 .....	127
三、变压器的外特性 .....	130
四、变压器的损耗与效率 .....	131
五、特殊变压器和仪用互感器 .....	132
六、变压器绕组的同极性端 .....	133
<b>第二节 三相异步电动机</b> .....	<b>134</b>
一、三相异步电动机的结构与工作原理 .....	134
二、三相异步电动机的转矩和机械特性 .....	138
三、三相异步电动机的使用 .....	142
<b>第三节 直流电动机</b> .....	<b>144</b>
一、直流电动机的结构和原理 .....	144
二、直流电动机的机械特性 .....	146
三、直流电动机的使用 .....	147
四、直流电动机的调速 .....	148
<b>第四节 实验</b> .....	<b>149</b>
三相交流异步电动机的使用 .....	149
本章学习指导 .....	150
习题四 .....	151
<b>第五章 常用控制电器及应用</b> .....	<b>153</b>
<b>第一节 常用低压电器</b> .....	<b>153</b>
一、组合开关 .....	153

二、按钮 .....	154
三、交流接触器 .....	155
四、中间继电器 .....	157
五、热继电器 .....	158
六、熔断器 .....	159
七、自动空气断路器 .....	161
第二节 电动机的典型控制线路 .....	163
一、三相交流电动机的正反转控制电路 .....	163
二、三相异步电动机的星形-三角形降压起动控制线路 .....	165
第三节 实验 .....	166
三相异步电动机的正反转控制线路 .....	166
本章学习指导 .....	168
习题五 .....	169
<b>第六章 半导体器件</b> .....	<b>170</b>
<b>第一节 半导体二极管</b> .....	<b>170</b>
一、PN 结 .....	170
二、半导体二极管 .....	174
三、稳压二极管 .....	176
四、特殊二极管 .....	177
<b>第二节 半导体三极管</b> .....	<b>178</b>
一、三极管的结构和类型 .....	178
二、三极管的电流放大作用 .....	178
三、三极管的特性曲线 .....	179
四、三极管的主要参数 .....	181
五、三极管的三种连接方式 .....	181
六、光电三极管 .....	182
七、用万用表判别三极管的电极、管型和优劣 .....	183
<b>第三节 场效应管</b> .....	<b>184</b>
一、结型场效应管 .....	184
二、绝缘栅型场效应管 .....	186
三、场效应管与晶体管的比较 .....	189
<b>第四节 单结晶体管和晶闸管</b> .....	<b>189</b>
一、单结晶体管 .....	189
二、晶闸管 .....	191
<b>第五节 实验</b> .....	<b>194</b>
实验一 二极管、三极管的极性判别及二极管的伏安特性 .....	194
实验二 共发射极电路输出特性的测试 .....	196
本章学习指导 .....	197

习题六 .....	198
<b>第七章 放大电路基础</b> .....	201
<b>第一节 晶体管基本共射放大电路</b> .....	201
一、基本共射放大电路的组成和性能指标 .....	201
二、直流通路和交流通路 .....	204
三、图解法 .....	205
四、等效电路法 .....	210
<b>第二节 工作点稳定电路</b> .....	213
一、电路结构及工作原理 .....	213
二、静态工作点的计算 .....	214
三、交流性能 .....	215
<b>第三节 基本放大电路的三种组态</b> .....	216
一、基本共集放大电路 .....	216
二、基本共基放大电路 .....	220
三、三种组态的比较 .....	222
<b>第四节 场效应管基本放大电路</b> .....	222
一、基本共源放大电路 .....	222
二、基本共漏放大电路 .....	226
<b>第五节 放大电路的级间耦合及多级放大电路</b> .....	227
一、直接耦合式放大电路 .....	228
二、阻容耦合式放大电路 .....	230
三、变压器耦合式放大电路 .....	232
四、光电耦合式放大电路 .....	233
<b>第六节 差分放大电路</b> .....	234
一、电路组成和工作原理 .....	234
二、四种连接方式 .....	235
三、改进型差分放大电路 .....	240
<b>第七节 互补对称式功率放大电路</b> .....	242
一、双电源互补对称乙类功率放大电路 .....	243
二、双电源互补对称甲乙类功率放大电路 .....	245
三、单电源互补对称功率放大电路 .....	247
四、集成功率放大电路 .....	247
<b>第八节 实验</b> .....	248
实验一 共射放大电路 .....	248
实验二 差分放大电路 .....	250
实验三 功率放大电路 .....	252
<b>本章学习指导</b> .....	253
<b>习题七</b> .....	254

<b>第八章 反馈和振荡的基础知识</b> .....	261
<b>第一节 反馈的基本概念和类型</b> .....	261
一、反馈、负反馈和正反馈 .....	261
二、负反馈的类型 .....	262
<b>第二节 负反馈对放大电路性能的影响</b> .....	264
一、降低放大倍数 .....	264
二、提高放大倍数的稳定性 .....	265
三、对放大器的输入电阻和输出电阻的影响 .....	266
四、减小非线性失真 .....	266
五、展宽通频带 .....	266
<b>第三节 振荡的基本概念与原理</b> .....	268
一、自激振荡 .....	268
二、正弦波振荡电路的组成和分类 .....	269
三、判断电路是否振荡的方法 .....	270
<b>第四节 RC 正弦波振荡电路</b> .....	270
一、电路原理图 .....	270
二、RC 选频网络的频率特性 .....	271
三、RC 桥式正弦波振荡电路 .....	272
<b>第五节 LC 振荡电路</b> .....	273
一、选频放大器（调谐放大器） .....	273
二、变压器反馈式振荡电路 .....	275
三、电感三点式振荡电路 .....	277
四、电容三点式振荡电路 .....	278
<b>第六节 石英晶体振荡器</b> .....	279
一、石英晶体的特性 .....	279
二、石英晶体正弦波振荡电路 .....	281
<b>第七节 实验</b> .....	282
实验一 电压串联负反馈放大器主要性能指标的测试 .....	282
实验二 正弦波信号发生器 .....	286
<b>本章学习指导</b> .....	288
<b>习题八</b> .....	289
<b>第九章 集成运算放大器</b> .....	293
<b>第一节 集成运放的基本知识</b> .....	293
一、集成运放的电路组成及符号 .....	293
二、集成运放的主要性能指标 .....	294
三、理想集成运放 .....	294
四、集成运放的分类 .....	295
<b>第二节 集成运放在信号运算方面的应用</b> .....	296

一、比例运算电路 .....	296
二、加减运算电路 .....	298
三、积分和微分电路 .....	302
第三节 集成运放在信号处理方面的应用 .....	303
一、电压比较电路 .....	304
二、采样保持电路 .....	304
三、有源滤波电路 .....	305
第四节 集成运放在信号产生方面的应用 .....	311
一、正弦波振荡电路 .....	311
二、方波产生电路 .....	311
三、三角波产生电路 .....	312
第五节 集成运放使用常识 .....	314
一、保护措施 .....	315
二、常见故障分析 .....	315
第六节 实验 .....	316
实验一 集成运放的信号运算应用 .....	316
实验二 集成运放的信号处理应用 .....	317
实验三 集成运放的信号产生应用 .....	318
本章学习指导 .....	319
习题九 .....	319
<b>第十章 直流稳压电源 .....</b>	<b>321</b>
<b>第一节 单相整流电路 .....</b>	<b>321</b>
一、半波整流电路 .....	321
二、桥式整流电路 .....	322
三、可控硅整流电路 .....	324
四、倍压整流电路 .....	326
<b>第二节 基本滤波电路 .....</b>	<b>327</b>
一、电容滤波电路 .....	328
二、电感滤波电路 .....	329
三、 $\pi$ 型滤波电路 .....	329
<b>第三节 线性稳压电路 .....</b>	<b>330</b>
一、硅稳压管稳压电路简介 .....	330
二、串联型稳压电路 .....	331
三、集成稳压电源 .....	334
<b>第四节 开关型稳压电路 .....</b>	<b>337</b>
一、开关型稳压电源的发展及分类 .....	337
二、串联开关型稳压电路 .....	337
三、并联开关型稳压电路 .....	338

第五节 逆变电路 .....	339
一、现代逆变技术的概念和分类 .....	339
二、晶闸管逆变电路 .....	340
三、晶体管逆变电路 .....	341
第六节 实验 .....	343
集成稳压电源 .....	343
本章学习指导 .....	344
习题十 .....	345
<b>第十一章 逻辑代数基础 .....</b>	<b>346</b>
<b>第一节 数字电路概述 .....</b>	<b>346</b>
一、数字信号与数字电路 .....	346
二、数制 .....	346
<b>第二节 基本逻辑关系 .....</b>	<b>347</b>
一、逻辑代数 .....	347
二、基本逻辑关系 .....	347
三、逻辑函数的表示方法 .....	351
<b>第三节 逻辑代数中的公式和规则 .....</b>	<b>352</b>
一、逻辑代数中的基本公式 .....	352
二、逻辑代数中的常用公式 .....	353
三、逻辑代数中的三大规则 .....	354
<b>第四节 逻辑函数化简 .....</b>	<b>355</b>
一、逻辑函数最简的概念 .....	355
二、逻辑函数的公式化简法 .....	357
三、卡诺图化简法 .....	359
四、有约束的逻辑函数的化简 .....	365
本章学习指导 .....	366
习题十一 .....	367
<b>第十二章 门电路与组合逻辑电路 .....</b>	<b>370</b>
<b>第一节 分立元件门电路 .....</b>	<b>370</b>
一、半导体二极管、三极管的开关特性 .....	370
二、分立元件门电路 .....	373
<b>第二节 TTL 门电路 .....</b>	<b>376</b>
一、TTL 反相器 .....	376
二、集电极开路门与三态门 .....	383
三、TTL 数字集成电路系列 .....	388
<b>第三节 CMOS 门电路 .....</b>	<b>390</b>
一、CMOS 反相器 .....	390

二、常用 CMOS 门电路 .....	394
三、TTL 电路与 CMOS 电路使用中应注意的几个问题 .....	397
<b>第四节 组合逻辑电路</b> .....	399
一、组合逻辑电路的分析方法 .....	399
二、组合逻辑电路的设计方法 .....	401
<b>第五节 编码器与译码器</b> .....	403
一、编码器 .....	403
二、译码器 .....	406
<b>第六节 加法器与数值比较器</b> .....	411
一、加法器 .....	411
二、数值比较器 .....	414
<b>第七节 数据选择器与分配器</b> .....	417
一、数据选择器 .....	417
二、数据分配器 .....	419
<b>第八节 实验</b> .....	420
实验一 TTL 门电路特性测试 .....	420
实验二 组合逻辑电路 .....	421
本章学习指导 .....	422
习题十二 .....	423
<b>第十三章 触发器与时序逻辑电路</b> .....	432
<b>第一节 触发器的电路结构和工作原理</b> .....	432
一、基本 RS 触发器 .....	432
二、同步 RS 触发器 .....	434
三、主从触发器 .....	435
四、边沿触发器 .....	438
<b>第二节 触发器的主要参数</b> .....	439
一、静态参数 .....	439
二、动态参数 .....	440
<b>第三节 各种逻辑功能触发器之间的转换</b> .....	440
一、各种逻辑功能触发器的定义及描述 .....	440
二、各种逻辑功能触发器之间的转换 .....	443
<b>第四节 时序逻辑电路的特点及分析方法</b> .....	444
一、时序电路的特点 .....	444
二、同步时序电路的分析方法 .....	445
三、异步时序电路的分析方法 .....	447
<b>第五节 寄存器</b> .....	449
一、基本寄存器 .....	449
二、移位寄存器 .....	449

第六节 计数器 .....	453
一、二进制计数器 .....	453
二、十进制计数器 .....	458
三、N 进制计数器 .....	462
第七节 实验 .....	467
实验一 触发器的特性实验 .....	467
实验二 寄存器 .....	469
实验三 计数器 .....	471
本章学习指导 .....	472
习题十三 .....	473
第十四章 脉冲波形的产生与整形 .....	476
第一节 单稳态触发器 .....	476
一、门电路构成的单稳态触发器 .....	476
二、集成单稳态触发器 .....	479
第二节 多谐振荡器 .....	481
一、门电路组成的多谐振荡器 .....	481
二、石英晶体多谐振荡器 .....	483
第三节 施密特触发器 .....	483
一、门电路组成的施密特触发器 .....	484
二、集成施密特触发器 .....	485
第四节 555 定时器 .....	486
一、555 定时器的工作原理 .....	486
二、555 定时器的应用 .....	487
第五节 实验 .....	492
实验一 单稳态触发器 .....	492
实验二 多谐振荡器 .....	494
实验三 555 集成定时器 .....	495
本章学习指导 .....	497
习题十四 .....	497
第十五章 模数与数模转换器 .....	499
第一节 D/A 转换器 .....	499
一、D/A 转换器的工作原理 .....	499
二、D/A 转换器的主要参数 .....	501
三、DAC 芯片介绍 .....	502
第二节 A/D 转换器 .....	502
一、A/D 转换器的工作原理 .....	503
二、A/D 转换器的主要参数 .....	504



三、ADC 芯片介绍 .....	505
<b>第三节 实验</b> .....	505
D/A 与 A/D 转换器 .....	505
本章学习指导 .....	508
习题十五 .....	508
<b>第十六章 可编程逻辑器件简介</b> .....	509
<b>第一节 现场可编程逻辑阵列 (FPLA)</b> .....	509
<b>第二节 可编程阵列逻辑 (PAL)</b> .....	510
<b>第三节 通用逻辑阵列 (GAL)</b> .....	512
一、GAL 的结构和原理 .....	512
二、GAL 的特点 .....	514
<b>第四节 现场可编程门阵列 (FPGA)</b> .....	515
<b>第五节 PLD 的编程</b> .....	515
本章学习指导 .....	516
习题十六 .....	517
<b>附录: EWB 软件的使用简介</b> .....	518
一、EWB 界面简介 .....	518
二、自定义元件的生成 .....	523
三、基本操作 .....	524