



新坐标大学本科电子信息类专业系列教材

# 电子技术 学习指南与习题解答

高 宁 编著

清华大学出版社



新坐标大学本科电子信息类专业系列教材

# 电子技术 学习指南与习题解答

高 宁 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书是一本“电子技术基础”课程的学习辅导用书,系王济浩编著的《模拟电子技术基础》和范爱平、周常森编著的《数字电子技术基础》(清华大学出版社,2008年)两本教材的配套辅导书,其章节的安排与上述两本教材同步。全书分为模拟电子技术基础和数字电子技术基础两部分,每个部分各10章。每章的内容包括基本要求、精要指点、典型例题、教材同步习题答案。书末附有部分高校往年电子技术基础的考研试题,以及电子技术常用符号对照表。

本书可作为本科、大专学生以及自学电子技术的有关人员的学习指导书,也可作为考研的辅导资料。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

电子技术学习指南与习题解答/高宁编著. —北京:清华大学出版社,2009.12  
(新坐标大学本科电子信息类专业系列教材)  
ISBN 978-7-302-20974-4

I. 电… II. 高… III. 电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 164524 号

责任编辑:陈志辉

责任校对:梁毅

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:15.5 字 数:384 千字

版 次:2009 年 12 月第 1 版 印 次:2009 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:24.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:021483-01



# 编委会名单

**顾问**(按姓氏音节顺序):

- |     |               |
|-----|---------------|
| 李衍达 | 清华大学信息科学技术学院  |
| 邬贺铨 | 中国工程院         |
| 姚建铨 | 天津大学激光与光电子研究所 |

**主任:**

- |     |           |
|-----|-----------|
| 董在望 | 清华大学电子工程系 |
|-----|-----------|

**编委会委员**(按姓氏音节顺序):

- |     |                   |
|-----|-------------------|
| 鲍长春 | 北京工业大学电子信息与控制工程学院 |
| 陈 怡 | 东南大学高教所           |
| 戴瑜兴 | 湖南大学电气与信息工程学院     |
| 方达伟 | 中国计量学院信息工程学院      |
| 甘良才 | 武汉大学电子信息学院通信工程系   |
| 郭树旭 | 吉林大学电子科学与工程学院     |
| 胡学钢 | 合肥工业大学计算机与信息学院    |
| 金伟其 | 北京理工大学信息科技学院光电工程系 |
| 孔 力 | 华中科技大学控制系         |
| 刘振安 | 中国科学技术大学自动化系      |
| 陆大绘 | 清华大学电子工程系         |
| 马建国 | 西南科技大学信息与控制工程学院   |
| 彭启琮 | 成都电子科技大学通信与信息工程学院 |
| 仇佩亮 | 浙江大学信电系           |
| 沈伯弘 | 北京大学电子学系          |

|        |                     |
|--------|---------------------|
| 童家榕    | 复旦大学信息科学与技术学院微电子研究院 |
| 汪一鸣(女) | 苏州大学电子信息学院          |
| 王福源    | 郑州大学信息工程学院          |
| 王华奎    | 太原理工大学信息与通信工程系      |
| 王 瑶(女) | 美国纽约 Polytechnic 大学 |
| 王毓银    | 北京联合大学              |
| 王子华    | 上海大学通信学院            |
| 吴建华    | 南昌大学电子信息工程学院        |
| 徐金平    | 东南大学无线电系            |
| 阎鸿森    | 西安交通大学电子与信息工程学院     |
| 袁占亭    | 甘肃工业大学              |
| 乐光新    | 北京邮电大学电信工程学院        |
| 翟建设    | 解放军理工大学气象学院 4 系     |
| 赵圣之    | 山东大学信息科学与工程学院       |
| 张邦宁    | 解放军理工大学通信工程学院无线通信系  |
| 张宏科    | 北京交通大学电子信息工程学院      |
| 张 泽    | 内蒙古大学自动化系           |
| 郑宝玉    | 南京邮电学院              |
| 郑继禹    | 桂林电子工业学院二系          |
| 周 杰    | 清华大学自动化系            |
| 朱茂镒    | 北京信息工程学院            |



# 序言

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”是清华大学出版社“新坐标高等理工教材与教学资源体系创新与服务计划”的一个重要项目。进入 21 世纪以来,信息技术和产业迅速发展,加速了技术进步和市场的拓展,对人才的需求出现了层次化和多样化的变化,这个变化必然反映到高等学校的定位和教学要求中,也必然反映到对适用教材的需求。本项目是针对这种需求,为培养层次化和多样化的电子信息类人才提供系列教材。

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”面向全国教学研究和教学主导型普通高等学校电子信息类专业的本科教学,覆盖专业基础课和专业课,体现培养知识面宽、知识结构新、适应性强、动手能力强的人才的需要。编写的基本指导思想可概括为:

1. 教材的类型、选题和大纲的确定尽可能符合教学需要,以提高适用性。教材类型初步确定为专业基础课和专业课,专业基础课拟按电子信息大类编写,以体现宽口径;专业课包括本专业和非本专业两种,以利于兼顾专业能力的培养与扩展知识面的需要。选题首先从目前没有或虽有但不符合教学要求的教材开始,逐步扩大。

2. 重视基础知识和基础知识的提炼与更新,反映技术发展的现状和趋势,让学生既有扎实的基础,又了解科学技术发展的现状。

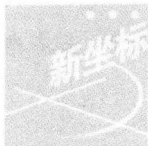
3. 重视工程性内容的引入,理论和实际相结合,培养学生的工程概念和能力。工程教育是多方面的,从教材的角度,要充分利用计算机的普及和多媒体手段的发展,为学生建立工程概念、进行工程实验和设计训练提供条件。

4. 将分析和设计工具与教材内容有机结合,培养学生使用工具的能力。

5. 教材的结构上要符合学生的认识规律,由浅入深,由特殊到一般。叙述上要易读易懂,适合自学。配合教材出版多种形式的教学辅助资料,包括教师手册、学生手册、习题集和习题解答、电子课件等。

本系列教材已经陆续出版了,希望能被更多的教师和学生使用,并热忱地期望将使用过程中发现的问题和改进的建议告诉我们,通过作者和读者之间的互动,必然会形成一批精品教材,为我国的高等教育作出贡献。欢迎对编委会的工作提出宝贵意见。

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”编委会



# 前言

“电子技术基础”(或称为“电子线路”)是一门工程性、实践性比较强的课程,它涉及大量与实际密切联系的概念、电路、方法等。初次接触该课程,许多人会感到不适应,入门过程比较长。而在概念不明、电路不清、方法不熟的情况下,解题难又是电子技术初学者遇到的普遍问题。为帮助读者解决问题,尽快适应电子技术课程的学习,编者于2003年编写并由山东科技出版社出版了《电子技术基础学习指导》一书(系课题组2001~2003年由山东科技出版社出版的《电子技术基础》系列教材之一)。经多届学生使用,反映良好。在听取了学生、教师多方意见的基础上,现重新对该书进行修订与编辑,并更名为《电子技术学习指南与习题解答》。

本书是王济浩编著的《模拟电子技术基础》和范爱平、周常森编著的《数字电子技术基础》(清华大学出版社,2008年)两本教材的配套辅导书,其章节安排与上述两本教材同步,分为模拟电子技术基础和数字电子技术基础两部分,每个部分各10章,每章内容又包括:

(1) 基本要求:指出各章应着重掌握的知识点及掌握程度。

(2) 精要指点:归纳、总结、浓缩、提炼各章内容,其中包括概括基本概念、基本原理,总结基本规律、基本方法,提示要点、难点,归纳比较各种电路的结构、特点、性能、应用等。在精要指点的编写中,采用了大量图表的形式,使内容更加直观、清晰,便于横向比较、全面把握所学的知识点。

(3) 典型例题:精心选择具有代表性的、体现知识点的,又具有一定难度的题目,对其进行全面、深入的分析,并适当地给出特别提示,在提示中指出要注意的问题、解题的技巧,并概括总结出一般的规律、方法。使读者不仅能够就题解题,而且可以在更深的层次上得到指导。

(4) 教材同步习题答案:提供上述配套教材的所有课后习题的答案,其中《数字电子技术基础》各章中涉及VHDL编程的全部习题答案,均通过MAX+plusII进行了仿真验证。

书末附有部分高校往年电子技术基础的考研试题,具有一定的考

研辅导作用。另附电子技术常用符号对照表,以备读者查阅。

本书在编写的过程中,得到课程组全体教师的热情帮助和支持,范爱平老师、王济浩老师对全书进行了审阅并提出了许多修改意见,在此一并表示衷心感谢!

由于作者水平所限,书中难免有不妥和错误,敬请读者给予批评指正。

**编 者**

**2009 年 2 月于山东大学**



# 目 录

## 模拟电子技术基础

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 第 1 章 半导体器件基础 .....                      | 3  |
| 1.1 基本要求 .....                           | 3  |
| 1.2 精要指点 .....                           | 3  |
| 1.2.1 半导体的基本知识 .....                     | 3  |
| 1.2.2 半导体二极管 .....                       | 5  |
| 1.2.3 半导体三极管 .....                       | 7  |
| 1.3 典型例题 .....                           | 9  |
| 1.4 教材同步习题答案 .....                       | 13 |
| 第 2 章 基本放大电路 .....                       | 17 |
| 2.1 基本要求 .....                           | 17 |
| 2.2 精要指点 .....                           | 17 |
| 2.2.1 基本放大器的三种组态 .....                   | 17 |
| 2.2.2 放大器的三种基本分析方法 .....                 | 17 |
| 2.2.3 放大器中的直流量和交流量 .....                 | 19 |
| 2.2.4 多级放大电路 .....                       | 20 |
| 2.2.5 放大器的频率响应 .....                     | 21 |
| 2.3 典型例题 .....                           | 23 |
| 2.4 教材同步习题答案 .....                       | 28 |
| 第 3 章 场效应管放大器 .....                      | 31 |
| 3.1 基本要求 .....                           | 31 |
| 3.2 精要指点 .....                           | 31 |
| 3.2.1 场效应管(FET)与双极型三极管(BJT)<br>的比较 ..... | 31 |
| 3.2.2 FET 的分类及特点 .....                   | 32 |
| 3.2.3 FET 的特性曲线(以 N 沟道管为例) .....         | 32 |

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| 3.2.4 场效应管放大器的组态 .....        | 33        |
| 3.3 典型例题 .....                | 35        |
| 3.4 教材同步习题答案 .....            | 37        |
| <b>第4章 功率电子电路</b> .....       | <b>38</b> |
| 4.1 基本要求 .....                | 38        |
| 4.2 精要指点 .....                | 38        |
| 4.2.1 功率放大器的特点 .....          | 38        |
| 4.2.2 功率放大器中三种工作点类型 .....     | 39        |
| 4.2.3 互补对称功率放大器 .....         | 39        |
| 4.2.4 甲乙类功放中几种克服交越失真的电路 ..... | 39        |
| 4.2.5 复合管 .....               | 39        |
| 4.3 典型例题 .....                | 42        |
| 4.4 教材同步习题答案 .....            | 45        |
| <b>第5章 集成运算放大器</b> .....      | <b>46</b> |
| 5.1 基本要求 .....                | 46        |
| 5.2 精要指点 .....                | 46        |
| 5.2.1 差动放大电路 .....            | 46        |
| 5.2.2 电流源电路 .....             | 48        |
| 5.2.3 集成运算放大器 .....           | 49        |
| 5.3 典型例题 .....                | 50        |
| 5.4 教材同步习题答案 .....            | 55        |
| <b>第6章 反馈放大电路</b> .....       | <b>57</b> |
| 6.1 基本要求 .....                | 57        |
| 6.2 精要指点 .....                | 57        |
| 6.2.1 反馈的定义 .....             | 57        |
| 6.2.2 反馈放大器的类型及判别 .....       | 57        |
| 6.2.3 反馈放大器的方框图及一般表达式 .....   | 59        |
| 6.2.4 负反馈对放大器性能的改善 .....      | 60        |
| 6.2.5 负反馈放大器交流指标的计算 .....     | 60        |
| 6.3 典型例题 .....                | 61        |
| 6.4 教材同步习题答案 .....            | 68        |
| <b>第7章 信号的运算与处理电路</b> .....   | <b>71</b> |
| 7.1 基本要求 .....                | 71        |
| 7.2 精要指点 .....                | 71        |
| 7.2.1 有关集成运放的几个问题 .....       | 71        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 7.2.2 基本运算电路 .....             | 73         |
| 7.2.3 集成模拟乘法器及其应用 .....        | 74         |
| 7.2.4 有源滤波器 .....              | 75         |
| 7.3 典型例题 .....                 | 77         |
| 7.4 教材同步习题答案 .....             | 82         |
| <b>第 8 章 波形的产生与变换电路 .....</b>  | <b>85</b>  |
| 8.1 基本要求 .....                 | 85         |
| 8.2 精要指点 .....                 | 85         |
| 8.2.1 正弦波振荡器 .....             | 85         |
| 8.2.2 比较器 .....                | 90         |
| 8.2.3 非正弦波发生器 .....            | 90         |
| 8.3 典型例题 .....                 | 92         |
| 8.4 教材同步习题答案 .....             | 98         |
| <b>第 9 章 直流稳压电源 .....</b>      | <b>102</b> |
| 9.1 基本要求 .....                 | 102        |
| 9.2 精要指点 .....                 | 102        |
| 9.2.1 直流稳压电源的基本功能及组成 .....     | 102        |
| 9.2.2 整流电路 .....               | 103        |
| 9.2.3 滤波电路 .....               | 103        |
| 9.2.4 稳压电路 .....               | 104        |
| 9.3 典型例题 .....                 | 106        |
| 9.4 教材同步习题答案 .....             | 109        |
| <b>第 10 章 电子电路的计算机仿真 .....</b> | <b>111</b> |
| 10.1 基本要求 .....                | 111        |
| 10.2 教材同步习题答案 .....            | 111        |

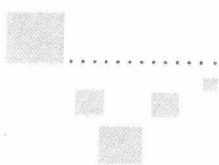
## 数字电子技术基础

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>第 1 章 初识数字电路 .....</b> | <b>117</b> |
| 1.1 基本要求 .....            | 117        |
| 1.2 精要指点 .....            | 117        |
| 1.2.1 数字电路的基本概念 .....     | 117        |
| 1.2.2 数制与数码 .....         | 118        |
| 1.2.3 基本逻辑运算 .....        | 118        |
| 1.2.4 逻辑函数及表示方法 .....     | 119        |

|            |                              |            |
|------------|------------------------------|------------|
| 1.3        | 典型例题 .....                   | 120        |
| 1.4        | 教材同步习题答案 .....               | 121        |
| <b>第2章</b> | <b>分析与设计数字电路的工具 .....</b>    | <b>123</b> |
| 2.1        | 基本要求 .....                   | 123        |
| 2.2        | 精要指点 .....                   | 123        |
| 2.2.1      | 逻辑代数的基本定律与基本规则 .....         | 123        |
| 2.2.2      | 逻辑函数的代数化简法 .....             | 123        |
| 2.2.3      | 逻辑函数的卡诺图化简法 .....            | 124        |
| 2.3        | 典型例题 .....                   | 126        |
| 2.4        | 教材同步习题答案 .....               | 127        |
| <b>第3章</b> | <b>逻辑门电路 .....</b>           | <b>130</b> |
| 3.1        | 基本要求 .....                   | 130        |
| 3.2        | 精要指点 .....                   | 130        |
| 3.2.1      | TTL 门电路 .....                | 130        |
| 3.2.2      | MOS 门电路 .....                | 132        |
| 3.2.3      | TTL 逻辑门与 CMOS 逻辑门的性能比较 ..... | 134        |
| 3.3        | 典型例题 .....                   | 134        |
| 3.4        | 教材同步习题答案 .....               | 137        |
| <b>第4章</b> | <b>组合逻辑电路 .....</b>          | <b>142</b> |
| 4.1        | 基本要求 .....                   | 142        |
| 4.2        | 精要指点 .....                   | 142        |
| 4.2.1      | 组合逻辑电路的特点 .....              | 142        |
| 4.2.2      | 组合逻辑电路的分析与设计方法 .....         | 142        |
| 4.2.3      | 常用的组合逻辑电路模块 .....            | 143        |
| 4.2.4      | 利用中规模集成组合模块实现任意组合逻辑函数 .....  | 144        |
| 4.3        | 典型例题 .....                   | 145        |
| 4.4        | 教材同步习题答案 .....               | 150        |
| <b>第5章</b> | <b>记忆单元电路 .....</b>          | <b>157</b> |
| 5.1        | 基本要求 .....                   | 157        |
| 5.2        | 精要指点 .....                   | 157        |
| 5.2.1      | 锁存器的分类 .....                 | 157        |
| 5.2.2      | 触发器的分类 .....                 | 158        |
| 5.2.3      | 不同功能触发器之间的转换 .....           | 160        |
| 5.3        | 典型例题 .....                   | 161        |
| 5.4        | 教材同步习题答案 .....               | 164        |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>第 6 章 时序逻辑电路</b>    | 169 |
| 6.1 基本要求               | 169 |
| 6.2 精要指点               | 169 |
| 6.2.1 时序逻辑电路的特点及分类     | 169 |
| 6.2.2 时序逻辑电路的分析方法      | 170 |
| 6.2.3 常见的时序逻辑电路模块      | 170 |
| 6.3 典型例题               | 172 |
| 6.4 教材同步习题答案           | 177 |
| <b>第 7 章 脉冲单元电路</b>    | 185 |
| 7.1 基本要求               | 185 |
| 7.2 精要指点               | 185 |
| 7.2.1 脉冲电路的基本概念及分类     | 185 |
| 7.2.2 由门电路构成的脉冲电路      | 186 |
| 7.2.3 集成 555 定时器的结构和原理 | 187 |
| 7.2.4 由 555 定时器构成的脉冲电路 | 188 |
| 7.2.5 改进型的脉冲电路         | 188 |
| 7.3 典型例题               | 191 |
| 7.4 教材同步习题答案           | 193 |
| <b>第 8 章 半导体存储器</b>    | 197 |
| 8.1 基本要求               | 197 |
| 8.2 精要指点               | 197 |
| 8.2.1 存储器的基本概念及分类      | 197 |
| 8.2.2 只读存储器(ROM)       | 198 |
| 8.2.3 随机存取存储器(RAM)     | 200 |
| 8.3 典型例题               | 202 |
| 8.4 教材同步习题答案           | 205 |
| <b>第 9 章 数模与模数转换器</b>  | 208 |
| 9.1 基本要求               | 208 |
| 9.2 精要指点               | 208 |
| 9.2.1 D/A 转换器          | 208 |
| 9.2.2 A/D 转换器          | 208 |
| 9.3 典型例题               | 209 |
| 9.4 教材同步习题答案           | 210 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| <b>第 10 章 可编程逻辑器件</b>               | 213 |
| 10.1 基本要求                           | 213 |
| 10.2 教材同步习题答案                       | 213 |
| <b>附录 A 部分高校电子技术专业硕士研究生入学考试试题选编</b> | 217 |
| <b>附录 B 电子技术常用符号对照表</b>             | 230 |
| <b>参考文献</b>                         | 232 |



---

# 模拟电子技术基础





# 第 1 章

## 半导体器件基础

### 1.1 基本要求

- (1) 正确理解以下基本概念：二极管的单向导电性，三极管的电流控制作用。
- (2) 熟练掌握二极管、三极管的外特性(V-A 特性曲线及方程)。
- (3) 熟练掌握二极管、三极管的常用模型。
- (4) 熟悉二极管、三极管的主要参数。

### 1.2 精要指点

#### 1.2.1 半导体的基本知识

在物理学中,根据材料的导电能力,可以将其划分为导体、绝缘体和半导体。典型的半导体材料有硅 Si 和锗 Ge,它们都是 4 价元素。

##### 1. 本征半导体及物理现象

本征半导体：化学成分纯净的半导体晶体。

本征半导体的共价键结构：在半导体晶体结构中,原子整齐、规则地排列且原子之间靠得很近,每个原子的价电子不仅受到自身原子核的吸引,还受到相邻原子的吸引,使得它们为相邻两个原子所共有,形成了共有电子对,称为共价键结构。

束缚电子：共价键中的价电子,它们被共价键所束缚,不易成为自由电子。

本征激发：当温度升高或受到光的照射时,束缚电子获得能量,挣脱原子核的束缚成为自由电子的物理现象。