



通向研究生之路丛书

模拟电子线路

常见题型解析及模拟题

(第3版)

张畴先 主编

- 内容精要
- 知识脉络
- 重要公式
- 精典范例
- 效果测试
- 真题剖析

西北工业大学出版社



通向研究生之路系列丛书·世纪精版

模拟电子线路

常见题型解析及模拟题

(第3版)

张畴先 主编

- 内容精要
- 知识脉络
- 重要公式
- 精典范例
- 效果测试
- 真题剖析

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据国家教委颁布的高等工业学校《电子线路课程教学基本要求》和《电子技术基础课程教学基本要求》，针对模拟电子线路中器件的工作状态复杂，电路品种繁多，分析方法灵活，且比电路课程具有更强的工程性等特点而编写的一本辅导教材。本书主要讨论模拟电子线路的低频部分，全书共9章，每章都包含内容精要、疑难指导、复习目标、精典范例、效果测试等部分，书中还收集了全国部分高等院校的电子线路考研试题和模拟题，并附有各章习题参考答案。

本书可供报考有关专业研究生的本科生和在职人员作为系统复习用的参考书，也可作为高等工业学校电子类本科生学习电子线路或模拟电子技术基础课程的辅导教材。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子线路常见题型解析及模拟题/张畴先主编. 3版. 西安:西北工业大学出版社, 2003.9

(通向研究生之路系列丛书·世纪精版)

ISBN 7-5612-1010-8

I. 模… II. 张… III. 模拟电路-高等学校-教学参考资料 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 44521 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号,邮编:710072 电话:029-8493844

网 址:www.nwpup.com

E-mail: fxb@nwpup.com

印刷者:陕西向阳印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:20

字 数:465 千字

版 次:2000 年 9 月 第 1 版 2003 年 9 月 第 3 版 2003 年 9 月 第 8 次印刷

印 数:45 001~53 000 册

定 价:25.00 元



通向研究生之路系列丛书·世纪精版

编委会

顾问：陈士橹

(中国工程院院士,俄罗斯宇航科学院外籍院士,博士生导师,教授)

主任委员：徐德民(西北工业大学原副校长,博士生导师,教授)

王润孝(西北工业大学党委副书记兼副校长,博士生导师,教授)

副主任委员：孙朝(陕西省学位委员会办公室主任)

李铁虎(西北工业大学研究生院副院长,博士生导师,教授)

宋晓平(西安交通大学研究生院副院长,博士生导师,教授)

姬红兵(西安电子科技大学研究生院副院长,博士生导师,教授)

傅建成(西北大学研究生处处长,教授)

张近乐(西北工业大学出版社社长)

委员：史忠科 张畴先 王公望 葛文杰 刘达 支希哲

范世贵 武自芳 朱儒荣 俞卞章 王淑敏 王丽芳

谷建华 刘智恩 李白萍 王璐 雷军

丛书策划：王璐 张近乐 雷军 季强

通向研究生之路系列丛书·世纪精版

首推书目

模拟电子线路 常见题型解析及模拟题	张畴先 等编
数字电子技术 常见题型解析及模拟题	王公望 等编
数字信号处理 常见题型解析及模拟题	俞卞章 等编
信号与系统 常见题型解析及模拟题	范世贵 等编
微型计算机原理与接口技术 常见题型解析及模拟题	武自芳 等编
通信原理 常见题型解析及模拟题	李白萍 等编
电路基础 常见题型解析及模拟题	王淑敏 等编
自动控制原理 常见题型解析及模拟题	史忠科 等编
计算机操作系统 常见题型解析及模拟题	谷建华 等编
编译原理 常见题型解析及模拟题	康慕宁 等编
计算机组成原理 常见题型解析及模拟题	王丽芳 等编
数据结构 常见题型解析及模拟题	朱儒荣 等编
材料力学 常见题型解析及模拟题	刘 达 等编
理论力学 常见题型解析及模拟题	支希哲 等编
材料科学基础 常见题型解析及模拟题	刘智恩 等编
机械原理 常见题型解析及模拟题	葛文杰 等编
离散数学 常见题型解析及模拟题	傅 彦 等编
物理化学 常见题型解析及模拟题	朱 艳 等编
(理工科)线性代数 常见题型解析及模拟题	徐 仲 等编

世纪精版



□ 陈士橹*

人类已进入 21 世纪,科学技术正在发生着巨大的变革,社会对高层次人才的需求更加迫切,越来越多的人为了能在激烈的竞争中求得生存和发展而奋发拼搏。加入考研大军,谋求更高层次的教育,全面提升自身的素质和能力,成了广大的莘莘学子明智的选择和努力的方向。

自 1978 年我国恢复研究生教育制度以来,已经历了 20 多年。多年的实践证明,作为我国教育结构中高层次的教育,研究生教育肩负着为国家培养高素质、高层次、创造性人才的重任,在科技发展和社会进步中发挥着重要的作用。因此,要提高全民素质,要在科技与经济中取胜,首先必须加大力度发展研究生教育。

近年来,我国的研究生教育得到了迅速的发展,始终围绕经济建设、科技进步和社会发展的重心,为国家的现代化建设输送了大量的高素质的人才。但是,随着研究生招生规模的逐步扩大,研究生的教育面临着新的机遇和挑战;如何选拔人才更加成为研究生教育中紧迫而艰巨的课题。可喜的是,西北工业大学出版社从 1996 年开始,组织了西

* 陈士橹——中国工程院院士,俄罗斯宇航科学院外籍院士,博士生导师,教授,西北工业大学航天工程学院名誉院长。



机械工业出版社

博士精品

北工业大学、西安交通大学、西安电子科技大学等知名院校长期工作在教学第一线的资深教师编写并出版了《通向研究生之路系列丛书》，该系列丛书经过近8年的积累、修订与完善，基本涵盖了理工科类专业的主要技术基础课程，为学生致力考研和学校选拔人才提供了有效的帮助和推动。由于该系列丛书内容精当，编排合理，出版后受到了社会各界的一致好评。2003年，出版社根据研究生考试的最新变化，及时地进行了第3版(世纪精版)的修订，新推出的《通向研究生之路系列丛书·世纪精版》在内容和编排格式上与前两版相比有了很大的改进，在装帧上也更加精美。相信该系列丛书一定会给广大的考生带来更多更好的帮助，为推动研究生教育的快速发展发挥显著的作用。

陈士楷

2003年7月

第2版 序

□ 邱关源*

面向 21 世纪,社会对德才兼备的高素质科技人才的需求更加迫切。通过行之有效的途径和方法培养符合时代要求的优秀人才,是摆在全社会尤其是高等学校、科研院(所)面前一项艰巨而现实的任务。

为了强化素质教育,使大学生学有所长,增强才干,高等教育部门各有关单位对高等学校公共基础课、技术基础课到专业课的整个教学过程做了大量细致的工作。与之相配合,不少出版社也相继出版了指导学生理解、领会教学内容,增强分析、解决问题能力的辅导读物,其中多数是关于外语、数学、政治等公共基础课的,极大地满足了大学生基础课学习阶段相应的要求。但当学习技术基础课时,学生们同样需要合适的参考书来帮助他们掌握课程重点和难点,提高课程学习水平,以及指导解题的思路和技巧,乃至适应研究生入学考试的需求。不过,这类读物目前比较少见。基于此,西北工业大学出版社的同志们深入作者、读者之中,进行市场调研研究,在广泛听取意见的基础上,组织数十位在重点大学执教多年,具有较高学术造诣的一线教

* 邱关源——西安交通大学教授,博士生导师,曾任第一、二届中国电工技术学会理论电工专业委员会副主任委员,高等教育委员会工科电工课程教学指导委员会委员。

师,历经两年,精心编撰了这套旨在有效指导大学生学习技术基础课,为课程学习、应试考研及以后工作提供帮助的参考书。

该丛书首批推出 9 种,所有书稿几经修改,并经同行专家审定。内容选材符合课程基本要求,并且重在对基本概念的启发、理解和提高读者分析问题的能力。我热情地向大家推荐这套丛书,希望它能为广大读者的学习有所帮助,更期望它能在强化素质教育、推动教学改革方面起到积极作用。

邱关华

1997 年 10 月

出版说明

随着经济建设的快速发展和科教兴国战略的实施,社会对高素质专业人才的需求更加迫切。崇尚知识,攻读学位,不仅是一种知识价值的体现,更是社会进步的标志。“考研热”已成为当今社会一道引人注目的风景线,成为莘莘学子乃至全社会关注的热点。

研究生入学考试是通向研究生之路上必过的一关。除了政治、英语、数学等公共基础课之外,技术基础课(专业基础课)和专业课也是必考的科目。为了配合全国各高校加强高素质、知识型人才培养的需求,也为了给广大同学提供一套行之有效的、切合实际的考研指导用书,西北工业大学出版社在《21世纪通向研究生之路系列丛书》(第2版)的基础上又精心策划和组织编写了《通向研究生之路系列丛书·世纪精版》。

本丛书具有以下4大特点。

1. 选题新颖,独树一帜

该丛书站在新的视角,有针对性、有计划地推出整套工科学技术基础课的学习用书,令人耳目一新。

2. 紧扣大纲,严把尺度

丛书紧紧围绕国家教育部制定的教学大纲及研究生入学考试大纲,按照基础知识与提高解题技巧的主线,把握住内容的深浅程度,既保证课程学习时开卷有益,又能对复习应试行之有效。

3. 重视能力,提高技巧

该丛书严格遵从不管是课程学习还是考试,其最终目的都是为提高学生分析问题、解决问题的能

力这一主旨,重在通过阐明基本要点及典型例题解析来引导学生识题、解题。

4. 选材得当,重点突出

参加本丛书编写的作者均是从事教学工作多年的资深教师。在丛书内容的取舍、材料的选编及文字表达方面能更胜一筹。因此,丛书内容得当,材料全而不滥,精而易懂,注释简明,解析扼要。

这套丛书的价值和生命,在时间的考验和市场的竞争中得到充分的证实。近8年来,从读者热忱的来函、来电和来访中可以看出,丛书不仅使广大报考硕士研究生的同学们深受裨益,而且对高校的教学改革起到了推波助澜的作用。基于此,在科学技术高速发展、高校基础课教材不断更新的今天,我们深感有责任、有义务,增新摒旧,扬长避短,下大功夫,继续努力,使这套丛书日臻完美,以更好地为广大读者服务,为科技进步服务。

本次修订我们是在组织了资深作者,经过认真的讨论,多次的酝酿,在完成扎实的前期工作的基础上进行的。首先,对各分册第2版进行了精细、严格的审订;其次,在保持原有的结构严谨、重点突出、实用性强等特点的基础上,对部分内容予以删改、补充、更新;第三,为了配合当前高等学校注重培养高素质的知识型人才,拓宽基础知识面,加强基础理论的教学要求,修订时特别注意将科技发展中成熟的新技术予以补充;第四,与新修订的全国通用教材的内容相应配套,补充了例题或习题,有的分册增加了新的章节;第五,各个分册的附录部分都做了较大的变动,使读者不仅可以了解具体内容,而且为那些有志深造的读者提供有积累价值的资料。

本丛书的出版得到了多方面的支持和关心,陕西省学位委员会办公室、西安交通大学、西安电子科技大学、西北工业大学等单位的有关人士为本丛书的出版出谋划策,提出了许多建设性的意见。中国工程院院士、俄罗斯宇航科学院外籍院士陈士槽教授在百忙中专为新修订的丛书写了序,充分肯定了本丛书的价值。为此,我们一并表示衷心的感谢。

这套丛书现以《通向研究生之路系列丛书·世纪精版》的崭新面貌进入市场,它把丛书的作者、读者和出版者紧紧地联系在一起。在本套丛书第3版即将付梓之际,我们对辛勤耕耘在教学、科研第一线,将自己在实践中积累的知识无私奉献给社会、奉献给读者的各位作者老师表示衷心的感谢。我们坚信,修订后的这套丛书将为在书海中勤奋进取的同学们指引一条通向成功的捷径,也必将成为在知识海洋中遨游的学子们不断搏击、获取胜利的力量源泉。

丛书编委会

2003年8月

第3版 前言

根据面向 21 世纪课程教材的内容,为适应硕士研究生入学考试科目的改革,编者对本书的第 2 版进行了全面的修订。

与第 2 版相比较,新版作了如下变动:

1. 在体例格式方面,把原来的重点与难点分解为三部分:内容精要,主要介绍教学基本要求;知识脉络,扼要说明该章的主要内容;重要概念,明确学习中必须要求的一些基本的甚至于是关键的概念;把原来的例题精选,更名为精典范例,每章均补充和删取了一些例题,力求使每道例题紧紧围绕教学基本要求这个中心;把习题更名为效果测试,希望通过这些精选的习题练习来考察读者对本章内容的掌握程度;第 2 版中的“考研模拟题”现更名为“综合测试”,由原来的一套模拟题增加为三套综合测试题,读者通过这些综合测试题的练习便可大致了解自己对本门课程内容掌握的情况。

2. 在内容方面,将“功率放大器”一章的名称改为“输出级和功率放大器”,把集成运算放大器的内部电路结构中的输出级放在其中,为下章运放内部电路学习打好基本电路知识的基础;另外在运放一章中增加了高精度集成运放、宽度高速集成运放以及电流传输器的内容;从频率特性的角度出发还增补了跨导线性环电流放大器的内容。新版中,专门增加了一章“真题剖析”,并对每题进行了分析讨论,希望通过新增的这一章内容能帮助广大读者进一步了解本门课程考核的重点。

在本书的编写修订过程中,始终得到了西北工

业大学出版社全体同志的支持和帮助,尤其是在收集各高校考研试题中做出了很大的努力。此外,东南大学电子工程系冯军老师多次热心地为编者提供该校的考研题。编者谨此一并致以谢忱。

编者

2003年2月

常用符号表

一、电压、电流

小写参量带有小写下标表示交流电压(电流)瞬时值(例如, u_o 表示输出交流电压瞬时值)

大写参量带有大写下标表示直流电压(电流)(例如, U_o 表示输出直流电压)

小写参量带有大写下标表示包含有直流的电压(电流)瞬时值(例如, u_o 表示包含有直流的输出电压瞬时值)

大写参量带有小写下标表示正弦电压(电流)有效值(例如, U 表示输出正弦电压有效值)

$U_Q(I_Q)$	静态工作点电压(电流)
$u_i(i_i)$	输入交流电压(电流)瞬时值
$u_o(i_o)$	输出交流电压(电流)瞬时值
$u_s(i_s)$	交流信号源电压(电流)瞬时值
$U_m(I_m)$	正弦电压(电流)幅值
$U_p(I_p)$	正弦电压(电流)峰值
$U(s) [I(s)]$	电压(电流)的拉普拉斯变换
V_{CC}, V_{BB}, V_{EE}	集电极、基极、发射极的电源电压
V_{DD}, V_{GG}, V_{SS}	漏极、栅极、源极的电源电压
U_f	反馈电压有效值
V_R	基准电压
$U_{IO}(I_{IO})$	输入失调电压(电流)
$U_{id}(U_{ic})$	差模输入(共模输入)电压
$U_{D(on)}$	二极管导通电压
U_Z	稳压管的稳定电压
V_T	晶体管热电压, 室温下取 $V_T = 26 \text{ mV}$
U_{CES}	集电极与发射极之间饱和电压
$U_{(BR)CEO}$	基极开路时 C-E 之间的反向击穿电压
$U_{(BR)CBO}$	发射极开路时集电结的反向击穿电压
$U_{BE(on)}$	发射结导通电压
V_A	厄尔利电压
$U_{GS(off)}$	夹断电压
$U_{GS(th)}$	开启电压
I_{CBO}	发射极开路 CB 结的反向饱和电流
I_{CEO}	基极开路时 C-E 之间的穿透电流

I_{CBS}	发射结短路 CB 结的反向饱和电流
I_{DSS}	漏极饱和电流

二、阻抗、导纳

R_s	信号源内阻
R_L	负载电阻
R_i	输入电阻
R_o	输出电阻
g_e	回路有载谐振电导或回路的等效谐振电导
g_{eo}	回路空载谐振电导或回路固有谐振电导
g_m	跨导(器件参数)
Z_{eq}	等效阻抗
$Z(j\omega) = Z(\omega)e^{j\varphi_z(\omega)}$	阻抗复数值
$Z(\omega), \varphi_z(\omega)$	阻抗的幅值与相角

三、增益

$A(s)$	增益的拉普拉斯变换
$A(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi_A(\omega)}$	增益复数值
$A(\omega), \varphi_A(\omega)$	增益的幅值与相角
A_u, A_{us}	电压增益与源电压增益
A_i, A_{is}	电流增益与源电流增益
A_g, A_{gs}	互导增益与源互导增益
A_r, A_{rs}	互阻增益与源互阻增益
A_{usf}	闭环源电压增益
A_{uc}, A_{ud}	共模电压增益与差模电压增益
A_l, A_{ls}	中频增益与中频源增益

四、功率

P_o	输出信号功率
P_C	集电极耗散功率
P_D	直流电源供给功率
P_{CM}	集电极最大允许耗散功率

五、频率

f_L	3 dB 下限频率
f_H	3 dB 上限频率
f_{HF}	反馈放大器的 3 dB 上限频率
BW	通频带
BW_G	单位增益带宽

BW_P	满功率带宽
f_o	回路固有的谐振频率或振荡频率
f_T	特征频率
f_β	β 的截止频率
f_α	α 的截止频率
$\omega_p(\omega_z)$	极点(零点)角频率

六、其他符号

k_f	反馈因数
$\mu(\mu_n, \mu_p)$	载流子的迁移率(自由电子,空穴)
C_{ox}	单位面积的栅极电容
T	环路增益
F	反馈放大器的反馈深度
GBW	增益带宽积
S_R	上升速率(压摆率)
K_{CMR}	共模抑制比
r_g	增益裕量
r_φ	相位裕量
δ	占空比
W/L	宽长比
α 或 $\bar{\alpha}$	共基极交流或直流电流传输因数
$\alpha(j\omega)$	共基极交流电流传输因数复数值
β 或 $\bar{\beta}$	共发射极交流电流或直流电流放大因数
$\beta(j\omega)$	共发射极交流电流放大因数复数值

目 录

第一部分 重点突破

第 1 章 基本半导体器件	1
1.1 内容精要	1
1.2 知识脉络	1
1.2.1 半导体基础知识	1
1.2.2 PN 结的主要特性	2
1.2.3 半导体二极管	3
1.2.4 双极型晶体管(BJT)	4
1.2.5 场效应管(FET)	6
1.3 重要概念	8
1.4 精典范例	10
1.5 效果测试	17
第 2 章 双极型晶体管基本放大电路	20
2.1 内容精要	20
2.2 知识脉络	20
2.2.1 放大器电路组成原理	20
2.2.2 放大器的直流偏置电路及其分析	20
2.2.3 放大器主要性能指标的定义及意义	23
2.2.4 三种基本组态放大电路	24
2.2.5 差动放大器	26
2.2.6 有源负载放大电路	28
2.3 重要概念	28
2.4 精典范例	30
2.5 效果测试	52
第 3 章 场效应管基本放大电路	56
3.1 内容精要	56
3.2 知识脉络	56