新坐标大学本科电子信息类专业系列教材

模拟电路及其应用

何宝祥 朱正伟 刘训非 储开斌 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

模拟电路及其应用

何宝祥 朱正伟 刘训非 储开斌 编著

阜阳师范学院图书馆
藏书

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书结合应用型人才培养目标和教学特点，在选材上强化基础，精选内容，能够有效激发学员的学习兴趣。本书在编写过程中减少推理演绎，注重综合实用，力求见识宽厚。

全书共 9 章，内容涉及绪论、模拟电路常用元器件、分立元件基本应用电路、模拟电路中的反馈、集成运算放大器基本应用电路、信号的产生和变换、直流电源、典型电路应用技术和 Multisim 7 在模拟电子线路中的应用。

本书可作为普通高校电类专业和部分非电类专业的教科书，特别适宜于有应用能力培养要求的场合，也可作为工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。
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

模拟电路及其应用/何宝祥等编著. —北京：清华大学出版社，2008.9
(新坐标大学本科电子信息类专业系列教材)
ISBN 978-7-302-17447-9

Ⅰ. 模… Ⅱ. 何… Ⅲ. 模拟电路－高等学校－教材 Ⅳ. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 056325 号

责任编辑：王敏稚
责任校对：李建庄
责任印制：杨　艳
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：北京市昌平环球印刷厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185×260　**印　张**：17　**字　数**：394 千字
版　　次：2008 年 9 月第 1 版　　**印　　次**：2008 年 9 月第1 次印刷
印　　数：1～3000
定　　价：27.00 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：021878－01

教师反馈表

感谢您购买本书！清华大学出版社计算机与信息分社专心致力于为广大院校电子信息类及相关专业师生提供优质的教学用书及辅助教学资源。

我们十分重视对广大教师的服务，如果您确认将本书作为指定教材，请您务必填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回我们的联系地址，我们将免费向您提供有关本书的其他教学资源。

您需要教辅的教材：	模拟电路及其应用(何宝祥)		
您的姓名：			
院系：			
院/校：			
您所教的课程名称：			
学生人数/所在年级：	_____人/　1　2　3　4　硕士　博士		
学时/学期	_____学时/_____学期		
您目前采用的教材：	作者：_____ 书名：_____ 出版社：_____		
您准备何时用此书授课：			
通信地址：			
邮政编码：		联系电话	
E-mail：			
您对本书的意见/建议：		系主任签字 盖章	

我们的联系地址：

清华大学出版社　学研大厦 A602，A604 室

邮编：100084

Tel：010-62770175-4409，3208

Fax：010-62770278

E-mail：liuli@tup.tsinghua.edu.cn；hanbh@tup.tsinghua.edu.cn

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　　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

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

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”面向全国教学研究型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

电子技术的飞速发展引导了人类社会进步的潮流，同时对人们的知识结构提出了更新、更高的要求。教材中太多注重于传统意义上的基础知识介绍，必然会使学生在技术应用能力的培养方面受到挤压，这在一定程度上背离了社会大发展对人们综合能力，尤其是开拓创新能力需求的总体目标。因此，适当地、合乎时宜地抬高起点，注重应用技术的介绍便成了本书的基本着眼点。

本书共分9章。第1章介绍了模拟信号的特点、模拟电子系统的组成及各种模拟电路在系统中的作用；第2章介绍了模拟电路中一些常用元器件的特性参数和使用方法；第3章介绍了由分立元件组成的基本模拟电路的分析方法和技术指标；第4章介绍了模拟电路中的反馈；第5章介绍了集成运算放大器的应用；第6章介绍了信号产生与变换等电路；第7章介绍了由电子器件组成的直流稳压电源；第8章介绍了一些典型实用的模拟电路；第9章介绍了Multisim 7在模拟电子电路中的应用。

本书在每一章的最后都配备了一定数量的习题，并努力做到题型多样、难度有层次。

本书引用了许多专家、学者在著作和论文中的研究成果，在这里特向他们表示衷心感谢。清华大学出版社的许多领导和老师也为本书的出版付出了艰辛的劳动，在此一并表示深深的敬意和感谢。

本书由何宝祥、朱正伟、刘训非、储开斌编者，其中何宝祥同志编写了第1～3章和第8章，朱正伟同志编写了第4～7章，刘训非同志编写了第9章。另外，储开斌同志编写了部分章节的习题和第8章的部分内容，蔡小颀同志为本书的图表绘制付出了辛勤的劳动。全书由何宝祥同志策划和定稿。

由于我们水平有限，加之时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，殷切希望使用本教材的师生和其他读者给予批评指正。

编　者

2008年6月于常州

目录

第 1 章　绪论 …… 1

1.1　信号 …… 1
1.2　电子系统 …… 2
1.2.1　电子系统的组成原理 …… 2
1.2.2　电子系统的设计原则 …… 2
1.2.3　电子系统的分析方法 …… 3
习题 …… 3

第 2 章　模拟电路常用元器件 …… 4

2.1　普通半导体二极管 …… 4
2.1.1　结构类型及符号 …… 4
2.1.2　伏安特性 …… 5
2.1.3　主要参数 …… 5
2.2　特殊半导体二极管 …… 6
2.2.1　稳压二极管 …… 6
2.2.2　变容二极管 …… 7
2.2.3　光电二极管 …… 8
2.2.4　发光二极管 …… 8
2.2.5　激光二极管 …… 9
2.3　半导体三极管 …… 9
2.3.1　结构类型及符号 …… 10
2.3.2　特性曲线 …… 10
2.3.3　主要参数 …… 11
2.4　场效应管 …… 13
2.4.1　结构类型及符号 …… 14
2.4.2　主要参数 …… 14
2.4.3　特性曲线 …… 15
2.4.4　场效应管与三极管的比较 …… 17
2.5　模拟集成器件 …… 18
2.5.1　集成运算放大器 …… 18

2.5.2 集成比较器 …… 19
2.5.3 集成功率放大器 …… 19
2.5.4 集成温度传感器 …… 19
习题 …… 20

第 3 章 分立元件基本应用电路及其分析 …… 22

3.1 二极管基本应用电路 …… 22
3.1.1 普通二极管基本电路的分析方法 …… 22
3.1.2 普通二极管基本应用电路 …… 25
3.1.3 特殊二极管在电路中的应用 …… 28
3.2 基本电压放大电路 …… 31
3.2.1 三极管电压放大电路及其分析 …… 31
3.2.2 场效应管电压放大电路及其分析 …… 42
3.3 基本功率放大电路 …… 44
3.3.1 功率放大电路的一般问题 …… 44
3.3.2 三极管基本功率放大电路 …… 45
3.3.3 场效应管基本功率放大电路 …… 47
3.3.4 互补对称功率放大电路 …… 48
3.3.5 其他类型的功率放大电路 …… 52
3.4 多级放大电路 …… 53
3.4.1 多级放大电路的耦合方式及其特点 …… 53
3.4.2 多级放大电路的分析 …… 55
3.5 差分放大电路 …… 57
3.5.1 基本差分放大电路 …… 57
3.5.2 电流源 …… 60
3.5.3 含电流源的差分放大电路 …… 62
3.5.4 差分放大电路的接法 …… 63
习题 …… 63

第 4 章 放大电路中的负反馈 …… 72

4.1 反馈的基本概念及判断方法 …… 72
4.1.1 反馈的定义 …… 72
4.1.2 反馈的分类及判断 …… 73
4.2 交流负反馈的四种组态 …… 77
4.2.1 电压串联负反馈 …… 77
4.2.2 电压并联负反馈 …… 78
4.2.3 电流并联负反馈 …… 79
4.2.4 电流串联负反馈 …… 80
4.3 负反馈放大电路的方框图及一般表达式 …… 81

4.3.1 负反馈放大电路的方框图 …… 81
4.3.2 负反馈放大电路的一般关系 …… 82
4.3.3 关于反馈深度的讨论 …… 82
4.4 负反馈对放大电路性能的影响 …… 83
4.4.1 提高放大倍数的稳定性 …… 83
4.4.2 减小非线性失真和抑制干扰、噪声 …… 84
4.4.3 扩展频带 …… 84
4.4.4 负反馈对输入电阻的影响 …… 85
4.4.5 负反馈对输出电阻的影响 …… 86
4.4.6 放大电路中引入负反馈的一般原则 …… 87
4.5 负反馈放大电路的分析方法 …… 87
4.5.1 深度负反馈条件下的近似计算 …… 87
4.5.2 深度负反馈条件下电压放大倍数的分析 …… 88
4.6 负反馈放大电路的自激振荡及消除方法 …… 93
4.6.1 负反馈放大电路产生自激振荡的原因及条件 …… 93
4.6.2 负反馈放大电路稳定性的定性分析 …… 94
4.6.3 负反馈放大电路稳定性的判断 …… 94
4.6.4 负反馈放大电路中自激振荡的消除方法 …… 96
习题 …… 98

第5章 集成运算放大器及其应用 …… 104

5.1 集成运放简介 …… 104
5.1.1 集成运放的组成 …… 104
5.1.2 集成运放电路的特点 …… 105
5.1.3 集成运放的主要参数 …… 105
5.2 集成运放电路的分析方法 …… 107
5.2.1 集成运放的电压传输特性 …… 107
5.2.2 集成运放的线性工作范围 …… 108
5.2.3 理想集成运放电路的分析方法 …… 109
5.3 基本运算电路 …… 110
5.3.1 比例运算电路 …… 110
5.3.2 加法运算电路 …… 112
5.3.3 减法运算电路 …… 114
5.3.4 积分运算电路 …… 116
5.3.5 微分运算电路 …… 118
5.3.6 对数运算电路 …… 119
5.3.7 指数运算电路 …… 120
5.3.8 模拟乘法器 …… 120
5.4 理想运算放大器的非线性应用 …… 121

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

5.4.1 电压比较器 …… 121
5.4.2 有源滤波器 …… 126
5.4.3 预处理放大器 …… 132
5.5 集成运放应用中的几个实际问题 …… 136
5.5.1 集成运放的选择 …… 136
5.5.2 集成运放的参数测量 …… 138
5.5.3 集成运放使用时可能出现的异常现象 …… 138
5.5.4 集成运放的保护 …… 139
习题 …… 140

第 6 章 信号产生与变换电路 …… 145

6.1 正弦波产生电路 …… 145
6.1.1 概述 …… 145
6.1.2 RC 正弦波产生电路 …… 148
6.1.3 LC 正弦波发生电路 …… 151
6.1.4 石英晶体正弦波发生电路 …… 156
6.2 非正弦波发生电路 …… 159
6.2.1 矩形波发生电路 …… 159
6.2.2 三角波发生电路 …… 162
6.2.3 锯齿波发生电路 …… 164
6.3 波形变换电路 …… 165
6.3.1 三角波变锯齿波电路 …… 165
6.3.2 三角波变正弦波电路 …… 166
6.3.3 精密整流电路 …… 167
习题 …… 169

第 7 章 直流稳压电源 …… 175

7.1 概述 …… 175
7.2 整流电路 …… 176
7.2.1 半波整流电路 …… 176
7.2.2 桥式整流电路 …… 178
7.3 滤波电路 …… 180
7.3.1 电容滤波电路 …… 180
7.3.2 其他滤波电路 …… 182
7.4 并联型稳压电路 …… 183
7.4.1 稳压电路的主要性能指标 …… 183
7.4.2 并联型稳压电路 …… 184
7.5 串联型稳压电路 …… 187
7.5.1 串联型稳压电路的基本原理 …… 188

7.5.2 典型的串联反馈型稳压电路 …… 188
7.6 集成线性稳压电路 …… 189
7.6.1 固定输出的三端集成稳压器 …… 189
7.6.2 可调输出的三端集成稳压器 …… 192
7.7 开关型稳压电路 …… 193
7.7.1 开关稳压电路的工作原理 …… 193
7.7.2 脉宽调制式串联型开关稳压电路 …… 194
习题 …… 195

第 8 章 典型电路应用技术 …… 198

8.1 基本放大电路的应用 …… 198
8.1.1 BA328 立体声前置放大电路 …… 198
8.1.2 LM324 红外检测电路 …… 199
8.2 功率放大电路的应用 …… 200
8.2.1 TA7232 集成功率放大器的应用 …… 200
8.2.2 TDA2030 集成功率放大器的应用 …… 201
8.3 放大电路的特殊应用 …… 202
8.3.1 程控增益放大器 …… 202
8.3.2 I/U 变换器的应用 …… 203
8.3.3 滤波器应用电路 …… 204
8.3.4 比较器的应用 …… 204
8.4 其他应用电路 …… 206
8.4.1 镍镉电池充电器 …… 206
8.4.2 频谱式电平指示器 …… 207
8.4.3 触摸式音乐门铃电路 …… 209
8.4.4 防盗门用对讲门铃电路 …… 209
8.4.5 线路通断检测仪电路 …… 210
8.4.6 电子蚊蝇拍电路 …… 211
8.4.7 自动空气清新器电路 …… 211
8.4.8 简易水位控制器电路 …… 213
8.4.9 太阳能热水器上水自控电路 …… 214
8.4.10 声、光控照明灯电路 …… 214
8.4.11 自动路灯控制电路 …… 215
8.4.12 摩托车霹雳灯电路 …… 216
8.4.13 超级广场效果的耳机放大器电路 …… 216
8.4.14 从零起调的 W317 稳压器电路 …… 218
8.4.15 晶闸管交流调压器电路 …… 219
8.4.16 全自动电冰箱保护器电路 …… 219
习题 …… 220

第 9 章　Multisim 7 在模拟电子电路中的应用 …… 224

9.1　Multisim 7 简介 …… 224
9.1.1　Multisim 7 的功能特点 …… 224
9.1.2　Multisim 7 用户界面 …… 225
9.1.3　基于 Multisim 软件的仿真实验 …… 226
9.2　分立元件放大电路 …… 226
9.2.1　放大电路静态工作点的分析 …… 227
9.2.2　放大电路的动态分析 …… 228
9.2.3　电压源和电流源激励下的放大电路的输入与输出情况 …… 229
9.2.4　放大电路的指标测量 …… 231
9.2.5　组件参数对放大电路性能的影响 …… 232
9.2.6　三极管故障对放大电路的影响 …… 233
9.3　反馈放大电路 …… 234
9.3.1　负反馈能提高放大器增益的稳定性 …… 234
9.3.2　负反馈能扩展放大器的通频带 …… 236
9.3.3　负反馈能减小放大器的非线性失真 …… 238
9.3.4　负反馈能提高放大器的信噪比 …… 238
9.3.5　负反馈对放大器的输入、输出电阻的影响 …… 239
9.4　信号运算电路 …… 239
9.4.1　反相比例运算电路 …… 240
9.4.2　同相比例运算电路 …… 240
9.5　有源滤波电路 …… 241
9.5.1　低通滤波器 …… 241
9.5.2　高通滤波器 …… 243
9.6　正弦波信号产生电路 …… 244
9.6.1　RC 基本文氏电桥振荡电路 …… 244
9.6.2　RC 移相式振荡器 …… 246
9.7　直流稳压电源 …… 247
9.7.1　线性稳压电源 …… 247
9.7.2　降压式开关电源 …… 247
9.7.3　升压式 DC/DC 转换器 …… 249
习题 …… 249

参考文献 …… 253

第1章

绪　论

引言　20世纪70年代以来，电子技术迅猛发展。在它的推动下，各行各业包括人们的生活都发生了令人瞩目的变化。目前，世界已进入信息时代，作为其发展基础之一的电子技术必将以飞快的速度前进。本章将从信号和电子系统的基本概念入手，初步建立电子系统的组成原理、分析方法和设计原则。

1.1　信号

信号是用来表征信息的物理量，也可以说是信息的载体。例如，声音信号可以传达语言，图像信号可以传达形态，温度信号可以传达热度等。可见，信息需要借助于某些物理量来表示和传递。

然而，一般的非电量信号的直接传递存在着很大的局限性，要实现控制更是难上加难，通常可将这些非电量信号转换为电信号进行间接传递和控制。

所谓电信号，是指随时间 t 而变化的电压 u 或电流 i，因此在数学描述上可将它表示为时间的函数，即 $u=f(t)$ 或 $i=f(t)$，也可以用波形图加以形象描述。

本书中涉及的信号均是电信号，以后简称为信号。

信号的形式是多种多样的，可以从不同角度进行分类。例如，根据信号是否具有随机性分为确定信号和随机信号，根据信号是否具有周期性分为周期信号和非周期信号，根据信号对时间的取值分为连续时间信号和离散时间信号，等等。在电子电路中，则将信号分为模拟信号和数字信号。

模拟信号在时间和数值上均具有连续性，即对应于任意值 t 均有确定的函数值 u 或 i，并且 u 或 i 的幅值是连续取值的。例如，正弦信号就是一种典型的模拟信号。

与模拟信号不同，数字信号在时间和数值上均具有离散性，u 或 i 的变化在时间上不连续，总是发生在离散的瞬间，且它们的数值是一个最小量值的整倍数，并以此倍数作为数字信号的数值。

当然，我们的世界是一个时空自然连续的世界，几乎所有由物理量转换来的信号都是模拟信号。用来处理模拟信号的电子电路被称为模拟电路。

1.2 电子系统

1.2.1 电子系统的组成原理

电子系统是指利用电子技术方法实现信号处理的系统。就模拟电子系统而言，系统首先要采集信号，这些信号通常来源于测试各种物理量的传感器、接收器，或者来源于用于测试的信号发生器。对于实际系统，传感器和接收器所提供的信号往往很小，噪声很大，且易受干扰，有时甚至分不清什么是有用信号，什么是干扰和噪声，因此在加工信号之前需将其进行预处理。预处理时，要根据实际情况利用隔离、滤波、阻抗匹配、补偿等技术手段，将信号分离出来并放大。当信号足够大时，再进行信号的运算、转换、比较和保存等不同的加工。最后，一般还要经过功率放大以驱动执行机构，或者经过模拟信号到数字信号的转换，变为计算机可以接收的信号。

按功能划分，模拟电子系统主要由以下几种模拟电路组合而成：

(1) 放大电路：用于信号的电压、电流和功率放大。

(2) 滤波电路：用于信号的提取和变换。

(3) 运算电路：用于信号的加、减、乘、除、微分、积分、对数和指数等运算。

(4) 转换电路：用于电压信号与电流信号之间的转换、直流信号与交流信号之间的转换、电压信号与频率信号之间的转换等。

(5) 信号发生电路：用于产生正弦、矩形、三角形等波形。

(6) 直流电源：将市电(220V/50Hz)转换成不同输出电压和电流的直流电，以作为各种电子电路本身的供电电源。

1.2.2 电子系统的设计原则

在设计电子系统时，不但要考虑预期的性能指标和质量指标的实现方法，而且要考虑系统的可测性。一般来讲，应做到以下几点：

(1) 必须满足给定的性能指标和质量指标，如增益、输入电阻、输出电阻、通频带、失真度等。

(2) 电路要尽量简单。电路越简单，元器件以及连线和焊点越少，系统的可靠性就越好。因此，通常集成电路能实现的就不选用分立元件电路，大规模集成电路能实现的就不选用小规模集成电路。

(3) 必须考虑电磁兼容性。所谓电磁兼容性，是指电子系统在预定的环境下，既能抵

御周围电磁场的干扰，又能较少地影响周围环境。电子系统常常不可避免地工作在复杂的电磁环境中，其中既有来自大自然的各种放电现象、宇宙的各种电磁变化，又有人类自己利用电和电磁场从事的各种活动。空间电磁场的变化对于电子系统均会造成不同程度的干扰，同时电子系统本身也在不同程度上成为其他电子设备的干扰源。

在电子系统中，电磁兼容性的设计首先要分析周围环境电磁干扰的物理特性，然后想办法抑制干扰源或阻断干扰源的传播。一般可采用隔离、屏蔽、接地、滤波、去耦等技术来获得较强的抗干扰能力，必要时还可选用抗干扰能力强的元器件，并对元器件进行精密调整。

(4) 系统的组装、调试，维护、保养，以及功能扩展应简单、方便。

1.2.3 电子系统的分析方法

实际的电子系统往往是较复杂的，为了从理论上更快、更好地了解实际电子系统的性能，通常采用模型等效分析方法，即首先对一些实际的电子元器件及线路进行模型化处理，并根据系统的工作状态和特征进行可能的线性化处理，略去次要成分，简化电路模型，再利用基本的定理、定律和网络分析方法进行分析。显然，模型等效分析方法必然会带来一定的误差，但大多电子元器件参数具有离散性，一味追求分析精度自然失去了实际意义。

电子系统分析的意义，除了及时了解系统的各种性能之外，还可以为电子系统的设计提供更多的理论依据，以及制定更准确的策略思想或更丰富的实现方法。由此也可以看到，完成一个电子系统，常常要经过反反复复的分析、设计和调试，甚至没有止境。因此，更为丰富的知识和经验只有在学习和实践中获取和积累。

而今，随着电子系统的计算机辅助分析和设计软件的不断开发和完善，使得电子设计自动化(Electronic Design Automation，EDA)不再是一种空想。EDA 的主要特点是硬件设计软件化，它不仅在很大程度上取代了繁琐的手工绘图、计算和调试，节约了硬件资源和研发时间，而且能够实现电子电路的高层次综合和优化。可以说，EDA 技术的形成是电子领域发展史上的一次重大变革。

习题

1.1 填空。

(1) 信号是反映_____的物理量，电信号是指随_____而变化的电压或电流。

(2) 模拟信号在时间和数值上均具有_____性，数字信号在时间和数值上均具有_____性。

(3) 模拟电路是处理_____信号的电路。

1.2 回答下列问题。

(1) 在设计电子系统时，应尽量做到哪几点？

(2) 在电子系统中，常用的模拟电路有哪些？它们各有何功能？

(3) 电子系统的分析和设计有哪些方法？各有什么特点？

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com