

Technology
实用技术

电子工程师 技术手册

陈永甫◎主编



科学出版社

电子工程师 技术手册

陈永甫 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

这是一本全面介绍当今电子技术的综合工具书。在总体结构上,本手册较全面地覆盖了电子领域的主要内容,包括常用资料、电路网络、电磁基础、半导体器件和放大电路、集成运放、功率放大电路、数字电路与逻辑技术、通信电路、调制技术、天线、大型电子系统设计与计算等13章。本书基础知识与应用技术并重,理论与实际紧密结合,还大量收入了当前电子领域的新技术、新制式、新器件的应用及工程计算。在编排上按学科分门别类编写,各章内容相对独立,既可系统学,也可按需分章选读。各章节编排有序、层次分明,查阅便捷。

本书信息容量大,应用性强、典型实例多,资料来源翔实、数据可靠,是电子科研、生产第一线技术人员的实用工具书。也可作为电子类工科院校师生和相关专业课程综合实训(课程设计)、考研(硕、博)的教辅书。

图书在版编目(CIP)数据

电子工程师技术手册/陈永甫主编—北京:科学出版社,2011
ISBN 978-7-03-030055-3

I. 电… II. 陈… III. 电子技术—工程技术人员—技术手册
IV. TN-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 009887 号

责任编辑:丁庆龙 杨 凯/责任制作:董立颖 魏 瑾

责任印制:赵德静/封面设计:王 珍

北京东方科龙图文有限公司制作

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

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达欣艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年5月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2011年5月第一次印刷 印张:34

印数:1—5 000 字数:962 000

定 价:69.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

电子学的发展日新月异,将我们的地球带入了信息时代。如果说没有电子学就没有这样现代化的社会和人们今天的生活,也不为过。从居家的高清晰电视、高保真度 CD 机、3G 手机影视、4M 宽带网,到室外天空的飞机、卫星导航、航天器、宇宙飞船等的无线电遥控,可以说电子技术和通信的应用无处不在。

电子学是技术性很强的学科,且涉及领域十分广泛,包含的内容也十分庞杂,既有大量的经典理论、基本定理(定律)、基础知识,又有相当多的专业理论和应用技术,加之新知识、新器件、新技术、新制式不断涌现,电子学可谓知识跨度大、知识面广。因此,要全面掌握它的全部内容是十分困难的。在实际工作中,电子技术人员在进行工程设计或新电路研制、通信链路计算时,往往需要查阅或核对一些计算公式、电路参数或数据资料等。技术人员要查阅大量书刊资料查找这些内容,为此常会耗费大量时间和精力,影响实际工作效率。为满足电子技术人员的工作需求,编写本技术手册,使读者一书在手,学习、查用方便。

作为一本实用技术手册,其内容如何选材,深度和广度如何掌握,经典知识和新技术的分量如何处理,是编写中的难题。经长时间考虑、反复斟酌,决定以教育部公布的工科院校电子工程、通信工程、信息工程专业的教学大纲和相应专业的考研指导书为依据,并征求一些多年从事电子工程、通信技术科研院所的老总和新老工程技术人员的意见,最后敲定本书目录中的 13 章内容。

技术手册的内容涉及领域广,内容多,跨度大,在编写方法上,按科目分章编写,各章内容相对独立,读者可系统学习,也可根据自身实际需求选读。

一本技术手册是离不开定理(定律)和数学表达式的。对于经典定理和普遍定理,本书中一般不进行冗长的数学推导,而侧重于讲清其物理概念,指出源自何处,定理的意义及如何应用;对于有关场论、天线辐射场和一些重要定律、关系式的推导,一般是在理清概念、弄清原理的基础上,抓其核心问题进行分析、归纳,从简导出其数学表达式或简化工程计算公式。必要的推导过程有助于加深对表达式含义的理解。各章(节)列举了大量工程实例和应用例题,以消理解相关定理或表达式的内涵或物理实质。同时,通过解题,可更深入地领会其内容,培养分析和解决实际问题的能力。对于难度较大的习题,大都进行了提示,点明解题思路或解题要领。

技术手册的最大特点是实用性和工程实践性。为此,本手册的每章都配备了与学科相关的小型综合电路课题和工程实例,还在第13章安排了“电子系统工程设计”,内容包含实用数字微波中继通信系统的分析、质量核算,卫星通信系统链路的设计、计算,雷达最大探测距离估算,多普勒雷达及气象雷达实例分析和计算等大型综合系统,其目的在于通过综合课题和工程实例,使读者全面消化和掌握所学知识,了解无线电工程设计的全过程,提升读者的综合计算能力和工程实践能力。

技术手册不仅要反映基础知识和经典内容,还应反映当代的先进技术和新兴技术,这也是编写本手册的宗旨之一。本手册在反映新知识,如新器件、新技术、新制式的应用内容占相当大的比例。本手册的最后一节内容,为近些年来人们热议的新兴技术——软件无线电(Software radio),该节扼要地阐述了软件无线电的内涵、关键思想及基本结构,介绍了软件无线电对无线电工程设计的变革的深远意义,并列举了基于软件无线电的智能天线、移动通信基站、HTDV 数字电视和 MBMMR 电台等的设计。

本手册由陈永甫教授主笔,张微、陈一民、龙海南、高国君、王文理、景春国、舒冬梅、陈立、张梦儒等参加了编写工作。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评、指正。

作者

2010年5月于河大紫园

关于书中相关栏目的说明

◇ 要点:位于每节(章)的开始,点明该节(章)的核心内容,以利于读者了解所介绍的内容和精髓所在。

◇ 应用举例:结合书中内容,列举典型例题,以有助于理解、消化所讲定理和核心内容,并从中学习解决问题的方法,提高分析问题的能力。

◇ 应用知识:结合书中内容,联系实际,列举典型事例或相关现象,学以致用,以利于提高读者运用知识的能力。

◇ 相关知识:结合书中内容,对与之有关联的其他内容或物理现象进行分析、介绍,以拓宽知识面。

◇ 知识链接:对与所讲的定理(公式)或核心内容有连带的基础定理(公式)或边缘知识(技术)进行介绍或说明,加强知识间的链接。

◇ 解题提示:点明解题思路或解题要领,或提醒容易出错的地方。

此外,书中有大量配图,绘制精细,表达确切,图文结合,易于读者理解所讲内容;书中配备的大量数据表格,资料来源确切、翔实,可直接用于电路计算或工程设计。

目 录

第 1 章 常用计量单位物理量和技术标准

1.1 常用计量单位及换算	2
1.1.1 法定计量单位	2
1.1.2 常用物理量及单位	6
1.1.3 常用单位换算	15
1.1.4 通信线路中常用的传输单位:分贝与奈培	21
1.2 常用物理常数及材料参数	24
1.2.1 常用物理量(或常数)的标称值及精确值	24
1.2.2 常用材料的介电常数、导电率及介质强度	25
1.2.3 常用金属的相对电导率和相对磁导率	26
1.3 标 准	28
1.3.1 标准及标准的分级	28
1.3.2 中华人民共和国国家标准	30

第 2 章 直流电路和网络

2.1 欧姆定律	34
2.1.1 局部欧姆定律	34
2.1.2 全电路欧姆定律	35
2.2 电阻及电阻的性质	37
2.2.1 电阻与导体的电阻率	37

2.2.2	电导率和百分电导率	38
2.2.3	导体电阻与温度的关系	39
2.3	叠加原理	41
2.4	基尔霍夫定律	43
2.4.1	基尔霍夫第一定律	43
2.4.2	基尔霍夫第二定律	44
2.5	戴维南定理	47
2.6	桥型电路与惠斯通电桥	49
2.7	电能、电功率	52
2.8	最大功率传输定理	54
2.9	电流的热效应和焦耳-楞次定律	56

第 3 章 电与磁及其相互作用

3.1	静电场中的库仑定律	60
3.2	电场强度和电场力	63
3.3	电场内的电位、电位差和做功	66
3.4	电力线、电通量和电通量密度	69
3.5	高斯定理	72
3.6	电容器的容量	74
3.6.1	电容器的基本性质是储存电荷	74
3.6.2	电容器的电容量	74
3.6.3	平行板电容器	75
3.7	电容器的串接、并接和混接	78
3.7.1	电容器的串接	78
3.7.2	电容器的并接	79
3.7.3	电容器的混接	80

3.8	电容器的储能及静电引力	82
3.8.1	电容器中积蓄的静电电能	82
3.8.2	平行电极板间的静电吸引力	83
3.9	磁铁、磁力及库仑定律	85
3.10	磁力线、磁场强度、磁通量	88
3.11	电流所产生的磁场及磁场计算方法	93
3.11.1	通电直导体产生的磁场	93
3.11.2	通电螺线管的磁场	94
3.11.3	计算电流产生的磁场——安培环路积分定律	95
3.11.4	通电螺旋环形线圈产生的磁场	95
3.12	电流产生磁场的另一计算法则——毕奥-萨伐尔定律	97
3.13	磁路欧姆定律和基尔霍夫定律	100
3.13.1	磁路欧姆定律	100
3.13.2	磁路基尔霍夫第一定律	102
3.13.3	磁路基尔霍夫第二定律	102
3.13.4	有气隙的磁路计算及特点	102
3.14	磁场对载流导体的电磁力及弗莱明左手定则	105
3.14.1	载流直导体在磁场中的电磁力	105
3.14.2	矩形线圈在磁场中受到的转矩力	107
3.15	磁场对运动电荷的作用力——洛伦兹力	110
3.16	电磁感应和感应电动势	112
3.16.1	法拉第实验发现电磁感应现象	112
3.16.2	判断感应电动势的方向——楞次定律	112
3.16.3	感应电动势的大小——法拉第电磁感应定律	113
3.16.4	运动导体的感应电动势与弗莱明右手定则	114
3.17	互感应、互感电动势和互感系数	118
3.17.1	互感现象和互感电动势	118
3.17.2	环形线圈间的互感	119

3.18	自感应、自感电动势和自感系数	122
3.19	电感线圈的储能	126
3.19.1	电感线圈的储能	126
3.19.2	线圈铁心单位体积储存的能量	126
3.20	材料的磁化与磁滞回线	128
3.20.1	材料磁化及磁化曲线	128
3.20.2	铁磁材料的分类	129
3.21	涡流——大平面上流动的感应电流	131

第 4 章 正弦交流电及非正弦周期信号线性电路

4.1	正弦交流电及电动势的产生	138
4.1.1	正弦交流电	138
4.1.2	正弦交流电动势的产生	138
4.2	正弦交流电的基本物理量	141
4.2.1	瞬时值、最大值、有效值和平均值	141
4.2.2	正弦交流电的周期、频率、电角度和角频率	144
4.2.3	正弦交流电的相位、初相位和相位差	145
4.3	正弦交流电的几种表示方法	149
4.3.1	解析式(三角函数式)	149
4.3.2	波形图(正弦曲线法)	149
4.3.3	旋转矢量法	150
4.3.4	符号法(相量法)	150
4.4	单一参数(R 、 L 或 C)单相正弦交流电路	154
4.4.1	纯电阻正弦交流电路	154
4.4.2	纯电感交流电路	155
4.4.3	纯电容交流电路	158
4.5	电阻和电感的串联电路	163

4.6	电阻和电容的串联电路	167
4.7	电阻、电感和电容的串联电路	170
4.8	感性负载与电容并联的交流电路	174
4.9	R 、 L 、 C 并联电路	178
4.10	提高感性电路的功率因数	182
4.11	三相交流电动势的产生	188
4.11.1	三相交流发电机的原理结构	188
4.11.2	三相正弦交流电动势	189
4.12	三相电源的连接和基本计算公式	192
4.12.1	三相交流电源的星形(Y)连接	192
4.12.2	三相交流电源的三角形(Δ)连接	194
4.13	三相正弦交流电路计算	196
4.13.1	Y - Y 形对称三相电路的计算	196
4.13.2	星形电源与三角形负载连接(Y - Δ)对称电路的 计算	198
4.13.3	不对称 Y - Y 形三相电路的计算	202
4.13.4	不对称 Δ - Δ 形三相电路	203
4.14	非正弦周期电路的分析和计算	207
4.14.1	非正弦周期信号的产生	207
4.14.2	非正弦周期波的谐波分析法	207
4.14.3	非正弦周期交流信号的分析计算	210
4.14.4	非正弦周期信源作用下线性电路的分析、计算 ..	213

第 5 章 半导体器件及其性能检测

5.1	半导体及其类型	218
5.1.1	本征半导体	218
5.1.2	N 型半导体(电子型半导体)	219

5.1.3	P 型半导体(空穴型半导体)	220
5.2	PN 结的形成及其单向导电性能	222
5.2.1	半导体 PN 结的形成	222
5.2.2	PN 结的单向导电特性	224
5.3	半导体二极管的结构、分类及其伏安特性	227
5.3.1	二极管的基本结构和分类	227
5.3.2	二极管的伏安特性	228
5.4	半导体二极管的主要参数及管子好坏的检测	231
5.4.1	二极管的主要技术参数	231
5.4.2	普通二极管性能好坏的简易检测	232
5.5	半导体三极管的基本结构和分类	234
5.5.1	半导体三极管的基本构造和电路图形符号	235
5.5.2	半导体三极管的分类	236
5.6	三极管内的电流分配与放大机理	237
5.6.1	三极管的电压偏置与基本放大电路	237
5.6.2	三极管的电流分配与放大机理	238
5.6.3	对三极管进行电流实测及数据分析	240
5.7	半导体三极管的静态特性	243
5.8	三极管及其放大电路的主要参数	248
5.8.1	三极管的直流参数	248
5.8.2	三极管的交流参数	248
5.8.3	三极管的极限参数	250
5.9	半导体三极管的简易检测	252
5.9.1	三极管类型的判别	252
5.9.2	三极管各电极引脚的判别和检测	253
5.9.3	三极管的 I_{CEO} 和 β 值的简易测量	255
5.10	三极管的选用、代换及使用注意事项	258
5.10.1	半导体三极管的选用	258
5.10.2	半导体三极管使用注意事项	260

第 6 章 晶体管放大电路及其应用计算

6.1	三极管放大电路的功能、分类和基本组成	264
6.1.1	放大电路的功能及基本电路	264
6.1.2	放大电路的基本结构和主要性能指标	264
6.2	基本放大电路的组成及其放大原理	269
6.2.1	共发射极放大电路的组成	269
6.2.2	共发射极放大电路的工作原理	270
6.3	放大电路的近似估算法	273
6.4	放大电路的图解分析	275
6.4.1	放大电路的静态图解分析	275
6.4.2	放大电路的动态图解分析	276
6.4.3	交流负载线及交流信号的放大	279
6.4.4	静态工作点对信号输出波形的影响	281
6.5	放大电路的四种偏置方式及其特点	283
6.5.1	三极管放大电路进行电压偏置的必要性	283
6.5.2	偏置的稳定度	283
6.5.3	偏置电路的偏置方式及其特征	283
6.6	共集电极放大电路(射极输出器)	290
6.6.1	共集电极放大电路的结构和组成	290
6.6.2	放大电路的静态工作点计算	290
6.6.3	放大电路的交流分析与参量计算	291
6.6.4	共集电极放大电路的特点和应用	291
6.7	共基极放大电路	294
6.7.1	共基极放大电路的结构和组成	294
6.7.2	共基极放大电路的静态分析和静态工作点计算	294

6.7.3	共基极放大电路的交流分析及性能参数估算	295
6.7.4	共基极放大电路的特点及应用	295
6.8	结型场效应管	300
6.8.1	场效应晶体管的特点与分类	300
6.8.2	结型场效应晶体管的结构及电路图形符号	301
6.8.3	结型场效应管的工作原理及其特性曲线	301
6.8.4	结型场效应管的技术参数	303
6.9	绝缘栅场效应管	305
6.9.1	N沟道增强型绝缘栅场效应晶体管	305
6.9.2	N沟道耗尽型绝缘栅场效应晶体管	307
6.10	场效应晶体管基本放大电路	311
6.10.1	自给式偏置共源极放大电路	311
6.10.2	分压式偏置共源极放大电路	313
6.10.3	场效应管共漏极放大电路(源极输出器)	315
6.10.4	场效应管共栅极放大电路	317
6.11	场效应晶体管的简易检测、判别及选用	324
6.11.1	场效应晶体管的简易检测和质量判断	324
6.11.2	场效应晶体管的代换与配对	326
6.12	负反馈放大电路	331
6.12.1	负反馈放大电路的组成及反馈原理	331
6.12.2	反馈的分类和反馈性质的判断	332
6.12.3	负反馈对放大电路性能的影响	335
6.12.4	负反馈放大电路分析和计算	337
6.13	多级放大电路	349
6.13.1	多级放大器的组成	349
6.13.2	多级放大器的级间耦合方式	349
6.13.3	多级放大器的分析方法和估算	351
6.13.4	典型多级放大电路分析	356

第 7 章 集成运算放大器及其应用、计算

7.1	差分放大电路	362
7.2	常用差分放大电路	366
7.2.1	具有公共发射极电阻的差分放大电路	366
7.2.2	具有恒流源的差分放大电路	367
7.3	集成运算放大器的组成、分类及主要参数	371
7.3.1	集成运放的组成和电路图形符号	371
7.3.2	集成运放的分类、封装形式及引脚排列	372
7.3.3	集成运算放大器的主要技术参数	375
7.4	集成运放的传输特性及理想化处理方法	381
7.4.1	集成运放的等效电路	381
7.4.2	集成运放的理想化处理及理想指标	381
7.4.3	集成运放的传输特性及理想运放的“虚短”、 “虚断”概念	382
7.5	集成运放的线性应用和计算	385
7.5.1	集成运放线性应用时的分析(处理)方法	385
7.5.2	反相输入比例运算电路的分析和计算	385
7.5.3	同相输入比例运算放大电路的分析和计算	386
7.5.4	差分输入比例运算放大电路的计算	387
7.5.5	反相输入求和运算电路	388
7.5.6	同相输入求和运算电路	389
7.5.7	基本积分运算电路	390
7.5.8	基本微分运算电路	393
7.5.9	基本对数运算电路	393
7.5.10	基本指数运算电路	394
7.5.11	乘法运算电路	394
7.5.12	除法运算电路	395

7.6	集成运放的非线性应用和计算	398
7.6.1	集成运放非线性应用时的分析方法	398
7.6.2	六种集成运放基本电压比较电路	398
7.7	集成运放波形产生器电路及计算	403
7.7.1	文氏电桥 RC 正弦波振荡器	403
7.7.2	方波信号产生器	405
7.7.3	占空比可调的集成运放矩形波产生器	406
7.7.4	方波和三角波信号产生器	407
7.7.5	占空比可调的方波、锯齿波产生器	408
7.8	常用通用集成运算放大器及其典型应用	410
7.8.1	质优价廉的通用型集成运放 CF741(μ A741)	410
7.8.2	CF741 的典型应用	413
7.8.3	通用型低功耗、高增益四运放 CF324 及其系列 型号 CF124/224	416
7.9	集成运放的合理选用及使用注意事项	420
7.9.1	集成运放的合理选用	420
7.9.2	集成运放的正确使用及防护措施	421

第 8 章 功率放大器

8.1	功率放大电路的分类及甲类功率放大器	430
8.1.1	功率放大电路的特点与分类	430
8.1.2	变压器耦合单管甲类功率放大器	432
8.2	变压器耦合乙类推挽功率放大器	437
8.2.1	推挽功率放大电路的组成及工作原理	437
8.2.2	乙类推挽放大的图解分析	438
8.2.3	乙类推挽功放电路计算	439
8.2.4	变压器耦合乙类功放——手提式 3W 喊话筒电路	441

8.3	无输出变压器功率放大器(OTL 电路及 OCL 电路)	444
8.3.1	单端推挽 OTL 电路	444
8.3.2	单电源互补对称功率放大器	445
8.3.3	复合互补对称推挽 OTL 电路	447
8.3.4	双电源互补对称 OCL 功率放大电路	448
8.3.5	OTL 型和 OCL 型功放应用电路	449
8.4	互补对称功放电路中的功率管配对和选用	454
8.5	常用单通道集成功率放大器	458
8.5.1	集成功率放大器概述	458
8.5.2	单通道集成功率放大器的型号和参数	458
8.5.3	LA4100/4101/4102/4112 系列集成音频功率放大器	460
8.5.4	单通道 1~5W 优质音响集成功率放大器	466
8.6	双声道集成音频功率放大器	470
8.6.1	常用双声道集成功率放大器的型号和参数	470
8.6.2	几款优质双声道功率放大器应用电路	471
8.7	高性价比的小功率集成音频放大器 LM386	475
8.7.1	LM386 集成功率放大器的特点	475
8.7.2	LM386 的外形及性能参数	475
8.7.3	LM386 的典型应用电路	476
8.8	小巧的低电压双声道集成功率放大器 TDA2822M	478
8.8.1	TDA2822M 双声道集成功放的特点	478
8.8.2	TDA2822M 的引脚排列及主要性能参数	478
8.8.3	采用 TDA2822M 的直放式收音机电路	479
8.9	STK 系列厚膜音频功率放大器	482
8.9.1	高保真度双声道厚膜集成功率放大器 STK4141V	482
8.9.2	单电源供电、双声道厚膜集成功率放大器 STK4392	486
8.9.3	高保真度厚膜集成功率放大器 STK4036V	487
8.10	高保真度高性价比的双通道集成功率放大器 TDA1521	490