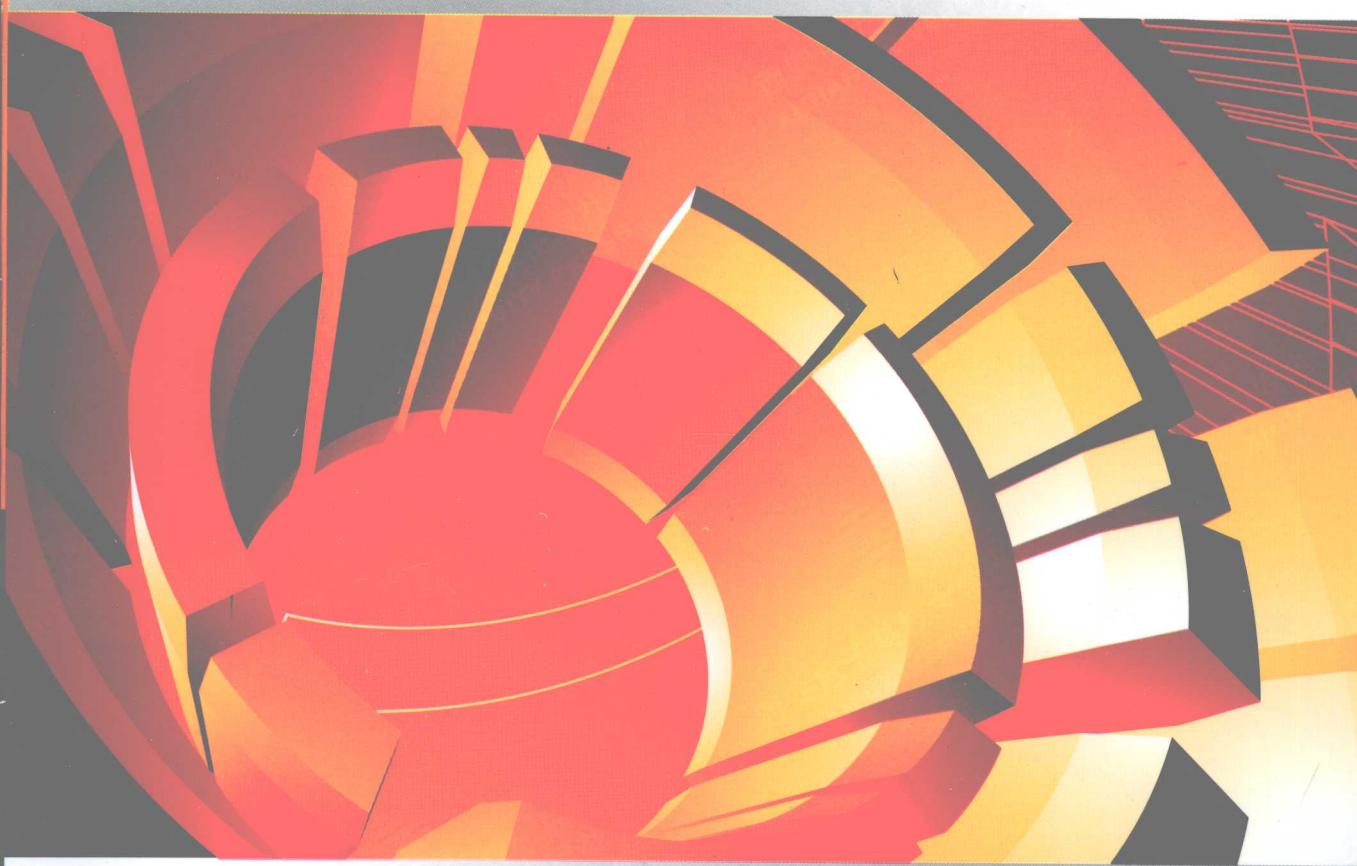


- 中国高等职业技术教育研究会推荐
- 高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

通信测试仪器

主编 钟 苏



 西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

通信测试仪器

主编 钟 苏

参编 房雪莲 董月秋 赵晓吉

西安电子科技大学出版社

2009

内 容 简 介

本书介绍了通信测试领域中常用测量仪器的基本工作原理,着重讲述了各种仪器的使用方法并配有大量的实际操作练习。全书共 15 章,内容包括信号发生器、电子示波器、电子计数器、超高频毫伏表、失真度测量仪、频率特性测试仪、频谱分析仪、无线综合测试仪、网络分析仪、光功率计、半导体激光器驱动电源、光纤熔接机、光纤熔融拉锥机、光谱分析仪、光时域反射计等,书末的附录介绍了通信测量的基础知识。

本书取材新颖,叙述清晰,可供高等职业院校通信、电子类各专业作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

通信测试仪器/钟苏主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2009.1

中国高等职业技术教育研究会推荐高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2156-2

I. 通… II. 钟… III. 通信技术—测试装置—高等学校:技术学校—教材 IV. TN06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 179568 号

策 划 马乐惠

责任编辑 孟秋黎

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 11.875

字 数 269 千字

印 数 1~4000 册

定 价 17.00 元

ISBN 978-7-5606-2156-2/TN·0472

XDUP 2448001-1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

编审专家委员会名单

主 任：温希东（深圳职业技术学院副校长 教授）

副主任：马晓明（深圳职业技术学院通信工程系主任 教授）

余 华（武汉船舶职业技术学院电子电气工程系主任 副教授）

电子组 组 长：余 华(兼)（成员按姓氏笔画排列）

于宝明（南京信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副研究员）

马建如（常州信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副教授）

刘 科（苏州职业大学信息工程系 副教授）

刘守义（深圳职业技术学院 教授）

许秀林（南通职业大学电子系副主任 副教授）

高恭嫻（南京信息职业技术学院电子信息工程系 副教授）

余红娟（金华职业技术学院电子系主任 副教授）

宋 烨（长沙航空职业技术学院 副教授）

李思政（淮安信息职业技术学院电子工程系主任 讲师）

苏家健（上海第二工业大学电子电气工程学院 教授）

张宗平（深圳信息职业技术学院电子通信技术系 高级工程师）

陈传军（金陵科技学院电子系主任 副教授）

姚建永（武汉职业技术学院电信学院院长 副教授）

徐丽萍（南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师）

涂用军（广东科学技术职业学院机电学院副院长 副教授）

郭再泉（无锡职业技术学院自动控制与电子工程系主任 副教授）

曹光跃（安徽电子信息职业技术学院电子工程系主任 副教授）

梁长垠（深圳职业技术学院电子工程系 副教授）

通信组 组 长：马晓明(兼)（成员按姓氏笔画排列）

王巧明（广东邮电职业技术学院通信工程系主任 副教授）

江 力（安徽电子信息职业技术学院信息工程系主任 副教授）

余 华（南京信息职业技术学院通信工程系 副教授）

吴 永（广东科学技术职业学院电子系 高级工程师）

张立中（常州信息职业技术学院 高级工程师）

李立高（长沙通信职业技术学院 副教授）

林植平（南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师）

杨 俊（武汉职业技术学院通信工程系主任 副教授）

俞兴明（苏州职业大学电子信息工程系 副教授）

项目策划 马乐惠

策 划 张 媛 薛 媛 张晓燕

序

进入 21 世纪以来,高等职业教育呈现出快速发展的形势。高等职业教育的发展,丰富了高等教育的体系结构,突出了高等职业教育的类型特色,顺应了人民群众接受高等教育的强烈需求,为现代化建设培养了大量高素质技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献。目前,高等职业教育在我国社会主义现代化建设事业中发挥着越来越重要的作用。

教育部 2006 年下发了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》,其中提出了深化教育教学改革,重视内涵建设,促进“工学结合”人才培养模式改革,推进整体办学水平提升,形成结构合理、功能完善、质量优良、特色鲜明的高等职业教育体系的任务要求。

根据新的发展要求,高等职业院校积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位群任职要求,参照相关职业资格标准,改革课程体系和教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量,不断更新教学内容,而实施具有工学结合特色的教材建设是推进高等职业教育改革发展的重要任务。

为配合教育部实施质量工程,解决当前高职高专精品教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前三轮联合策划、组织编写“计算机、通信电子、机电及汽车类专业”系列高职高专教材共 160 余种的基础上,又联合策划、组织编写了新一轮“计算机、通信、电子类”专业系列高职高专教材共 120 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业的高职高专院校中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材以满足职业岗位需求为目标,以培养学生的应用技能为着力点,在教材的编写中结合任务驱动、项目导向的教学方式,力求在新颖性、实用性、可读性三个方面有所突破,体现高职高专教材的特点。已出版的第一轮教材共 36 种,2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,有的教材出版一年多的时间里就重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。前两轮教材中有十几种入选国家“十一五”规划教材。第三轮教材 2007 年 8 月之前全部出齐。本轮教材预计 2008 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校教学基本建设的一项重要工作。多年来,高职高专院校十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要与行业企业合作,通过共同努力,出版一大批符合培养高素质技能型专门人才要求的特色教材。

我们殷切希望广大从事高职高专教育的教师,面向市场,服务需求,为形成具有中国特色和高职教育特点的高职高专教材体系作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2007 年 6 月



前 言

本书是中国高等职业技术教育研究会与西安电子科技大学出版社联合策划、组织编写的高职高专电子、通信类专业系列教材之一。国内十余家有影响的高职院校推荐专家对本书的编写大纲进行了认真的审核,深圳职业技术学院承担了本书的编写工作。

“通信测试仪器”是一门实践性很强的课程,我校已开设了近10年。我们在编写本书的过程中,总结了该课程教学改革方面的经验,力求在内容选材的普遍性和先进性、结构的合理性以及实践教学的可操作性方面充分体现高职教育的特点。

1. 本书特点

(1) 叙述体系符合高职教育规律,强调以能力为中心,从对通信测试仪器的应用能力出发,选材新颖合理。全书共介绍了15类仪器,包括信号发生器、电子示波器、电子计数器、超高频毫伏表、失真度测量仪、频率特性测试仪、频谱分析仪、无线综合测试仪、网络分析仪、光功率计、半导体激光器驱动电源、光纤熔接机、光纤熔融拉锥机、光谱分析仪、光时域反射计等,内容涵盖了通信领域的大多数通用测试仪器。与所介绍的内容相结合,书中针对每一种仪器都安排了相应的实训项目。

(2) 本书力求适应高职教育注重实际应用能力培养的特点,突出实际应用。在问题的阐述上,避免过多的理论推导,力求简明扼要、通俗易懂。对每一种仪器讲清楚工作原理框图,不涉及具体组成电路,重点介绍每一种仪器的使用方法,并配有相应的使用练习。在每一章针对本章所介绍的仪器都安排了1~4个(共29个)综合性的实训测试项目,使学生更好地掌握各种仪器、仪表的配合使用方法和电物理量的测量技术,使教学更具可操作性。

(3) 本书的另一个特点是选材的先进性。书中除了介绍常规的通信测试仪器外,还增加了一些最新的智能化仪表,例如无线综合测试仪、频谱分析仪、网络分析仪以及光纤通信测试仪等。这部分内容以Agilent(安捷伦)公司等世界著名仪器厂商的最新仪器为例,介绍通信测量的新仪器、新技术,并配以丰富的测试实例。此举是为了适应现代通信测量的需要,使学生在校期间就能接触到最先进的仪器,以适应社会需求。

2. 教学安排

本书十分适合边教、边做、边学的教学方法,书中设计的实训内容在可能的情况下应尽量完成。因条件所限不能进行实训的,可根据各校现有的实验条件对内容进行取舍,每章内容相对独立,取舍后不影响教学。对于附录(通信测量基础知识)部分,使用者可根据

具体情况安排,也可作为参考资料供读者查阅。

本书参考教学时数为63~75学时,具体安排如下:第1章(信号发生器)6学时,第2章(电子示波器)6学时,第3章(电子计数器)3学时,第4章(超高频毫伏表)3学时,第5章(失真度测量仪)3学时,第6章(频率特性测试仪)6学时,第7章(频谱分析仪)4~8学时,第8章(无线综合测试仪)4~8学时,第9章(网络分析仪)4~8学时,第10章(光功率计)4学时,第11章(半导体激光器驱动电源)4学时,第12章(光纤熔接机)4学时,第13章(光纤熔融拉锥机)4学时,第14章(光谱分析仪)4学时,第15章(光时域反射计)4学时。使用者可根据具体情况增减学时。

参加本书编写的人员有:钟苏(第1~6章和第7.4、7.5节),房雪莲(第8、9章和第7.1~7.3节),董月秋(第10~12章),赵晓吉(第13~15章),全书由钟苏负责总策划及统稿。

马晓明教授对本书的编写提出了许多宝贵的意见,在此表示感谢。

由于编者水平的限制,书中缺点在所难免,热忱欢迎使用者对本书提出批评与建议。

编 者

2008年9月

于深圳职业技术学院

目 录

第 1 章 信号发生器	1
1.1 概述	1
1.1.1 信号发生器的分类	1
1.1.2 信号发生器的发展趋势	2
1.2 低频信号发生器	2
1.2.1 低频信号发生器的基本组成和工作原理	2
1.2.2 低频信号发生器的主要技术指标	3
1.2.3 低频信号发生器的使用方法	4
1.2.4 低频信号发生器使用练习	5
1.3 高频信号发生器	5
1.3.1 高频信号发生器的基本组成和工作原理	6
1.3.2 AS1053A 型高频信号发生器的主要技术指标	7
1.3.3 高频信号发生器的使用方法	8
1.3.4 高频信号发生器使用练习	10
1.4 信号发生器实训项目	10
实训一 低频放大器的电压增益测量	10
实训二 利用低频信号发生器测试 500 型万用表交流 10 V 挡的频率特性	11
实训三 接收机测量	11
思考题	13
第 2 章 电子示波器	14
2.1 概述	14
2.2 通用示波器的工作原理	15
2.2.1 主机系统	15
2.2.2 垂直系统电路	19
2.2.3 水平系统电路	21
2.3 示波器的技术指标和使用方法	24
2.3.1 示波器的技术指标(以 OS-5100SRS 双踪示波器为例)	24
2.3.2 通用示波器面板按键功能(以 OS-5100RA 为例)	26
2.3.3 示波器的使用方法	27
2.3.4 仪器使用练习	30
2.4 示波器实训项目	33
实训四 示波器测量网络幅频特性	33
实训五 测量信号的相位差	35
实训六 调幅波调幅系数的测量	35

实训七 示波器测量幅度解调电路	36
思考题	37
第3章 电子计数器	38
3.1 电子计数器的原理	38
3.1.1 电子计数器的分类	38
3.1.2 电子计数器的技术指标	38
3.1.3 电子计数器的基本工作原理	39
3.1.4 通用电子计数器的结构	40
3.1.5 通用电子计数器测量功能	41
3.2 电子计数器的使用	44
3.2.1 技术指标	44
3.2.2 面板结构	45
3.2.3 使用方法	46
3.3 电子计数器实训项目	48
实训八 电子计数器的使用	48
思考题	48
第4章 超高频毫伏表	50
4.1 电压测量概述	50
4.1.1 电压测量的特点	50
4.1.2 交流电压表征	51
4.1.3 分贝测量	52
4.2 毫伏表的工作原理和使用方法	53
4.2.1 工作原理	53
4.2.2 技术指标	54
4.2.3 高频毫伏表面板结构和使用说明	54
4.3 毫伏表实训项目	56
实训九 用毫伏表测放大器参数	56
思考题	57
第5章 失真度测量仪	58
5.1 失真度的测量方法	58
5.1.1 失真的概念	58
5.1.2 失真度测量仪的组成和工作原理	58
5.2 失真度测量仪的使用	59
5.2.1 GAD-201G型自动失真度测量仪技术指标	60
5.2.2 面板装置功能	60
5.2.3 使用方法	61
5.3 失真度仪实训项目	62
实训十 测量低频信号发生器输出信号的失真度	62
实训十一 测量收音机的失真度	62
思考题	63
第6章 频率特性测试仪	64
6.1 频率特性测试仪的组成原理	64

6.1.1 频率特性的测试方法	64
6.1.2 频率特性测试仪的基本组成和工作原理	65
6.2 频率特性测试仪的技术指标和使用方法	68
6.2.1 主要技术指标	68
6.2.2 频率特性测试仪的面板结构	68
6.2.3 频率特性测试仪的使用方法	70
6.3 频率特性测试仪实训项目	71
实训十二 超外差式收音机的调试	71
实训十三 并联谐振回路频率特性测试	73
思考题	74
第7章 频谱分析仪	75
7.1 Agilent 频谱分析仪概述	75
7.1.1 频谱分析仪的种类	75
7.1.2 扫频式频谱分析仪的结构及工作原理	75
7.1.3 频谱分析仪的基本性能指标	76
7.1.4 频谱分析仪的测量功能	77
7.2 Agilent ESA 系列频谱分析仪 E4402B	77
7.2.1 Agilent ESA 系列频谱分析仪外观及面板组成	77
7.2.2 Agilent ESA 系列频谱分析仪 E4402B 的性能指标	80
7.3 Agilent 频谱分析仪实训项目	80
实训十四 频谱分析仪基本测试	80
实训十五 频谱分析仪分析灵敏度	81
实训十六 综合测试	82
7.4 安泰信频谱仪	83
7.4.1 功能简介以及工作原理	83
7.4.2 操作旋钮(前面板图)	83
7.5 安泰信 AT5011 型频谱仪实训项目	85
实训十七 安泰信 AT5011 型频谱仪测量调幅波的频谱	85
实训十八 安泰信 AT5011 型频谱仪测量调频波的频谱	86
实训十九 安泰信 AT5011 型频谱仪测量方波的频谱	87
思考题	87
第8章 无线综合测试仪	88
8.1 概述	88
8.1.1 面板功能概述	88
8.1.2 2945A 型无线综合测试仪的测试模式综述	90
8.1.3 2945A 型无线综合测试仪的主要性能指标	93
8.2 无线综合测试仪实训项目	93
实训二十 无线综合测试仪对 PT222 对讲机(或电台)的发射机的基本测试	93
实训二十一 无线综合测试仪对 PT222 对讲机(或电台)的接收机的基本测试	95
思考题	96
第9章 网络分析仪	97
9.1 Agilent 网络分析仪概述	97

9.1.1 网络分析仪内部组成以及原理	97
9.1.2 网络分析仪基本性能指标	98
9.1.3 网络分析仪测量功能介绍	99
9.1.4 8714ES 网络分析仪测试特征	99
9.1.5 网络分析仪的主要测试步骤	100
9.2 Agilent ESA 系列网络分析仪 8712(8714)ES 介绍	100
9.3 Agilent 网络分析仪实训项目	102
实训二十二 网络分析仪端口延伸测试	102
实训二十三 使用网络分析仪测试滤波器的矩形系数	104
思考题	105
第 10 章 光功率计	106
10.1 概述	106
10.1.1 光功率计的基本组成和工作原理	106
10.1.2 光功率计的主要技术指标	108
10.2 光功率计的使用	109
10.2.1 光功率计的使用方法	109
10.2.2 光功率计的使用练习	111
10.3 光功率计测量实训项目	112
实训二十四 用 Newport 1815-C 光功率计测量光纤损耗	112
思考题	114
第 11 章 半导体激光器驱动电源	115
11.1 概述	115
11.1.1 半导体激光器的工作原理	115
11.1.2 半导体激光器的输出特性	116
11.1.3 半导体激光器的结构	116
11.2 Newport 505B 半导体激光器驱动电源	117
11.2.1 半导体激光器驱动电源的基本组成和工作原理	117
11.2.2 半导体激光器驱动电源的主要技术指标	119
11.2.3 半导体激光器驱动电源的使用方法	120
11.2.4 半导体激光器驱动电源的使用练习	121
11.3 半导体激光器驱动电源实训项目	122
实训二十五 半导体光源 $P-I$ 曲线测量	122
思考题	124
第 12 章 光纤熔接机	125
12.1 概述	125
12.2 FUJIKURA 公司 FSM-40S 熔接机	126
12.2.1 光纤熔接机的基本组成和工作原理	126
12.2.2 光纤熔接机的主要技术指标	128
12.2.3 光纤熔接机的使用方法	130
12.2.4 光纤熔接机的使用练习	132
12.3 光纤熔接机实训项目	132
实训二十六 FSM-40S 全自动光纤熔接机的使用	132

思考题	133
第 13 章 光纤熔融拉锥机	134
13.1 概述	134
13.1.1 拉锥机的基本组成和工作原理	134
13.1.2 拉锥机的主要技术指标	135
13.2 拉锥机的使用方法	137
13.2.1 拉锥机的面板介绍	137
13.2.2 拉锥机的使用练习	140
13.3 单模光纤耦合器的制作实训项目	141
实训二十七 用熔融拉锥法制作单模光纤耦合器	141
思考题	143
第 14 章 光谱分析仪	144
14.1 概述	144
14.1.1 光谱分析仪的基本组成和工作原理	144
14.1.2 光谱分析仪的主要技术指标	145
14.2 光谱分析仪的使用方法	147
14.2.1 86142B 光谱分析仪的面板介绍	147
14.2.2 86142B 光谱分析仪的使用练习	149
14.3 隔离器参数测量实训项目	151
实训二十八 Agilent 86142B 光谱分析仪的使用	151
思考题	153
第 15 章 光时域反射计	154
15.1 概述	154
15.1.1 OTDR 的基本组成和工作原理	154
15.1.2 OTDR 的主要技术指标	155
15.2 OTDR 的使用方法	156
15.2.1 Agilent E6000C 面板介绍	156
15.2.2 Agilent E6000C 使用方法	157
15.2.3 OTDR 的使用练习	160
15.3 光缆长度测量实训项目	161
实训二十九 使用 Agilent E6000C 型 OTDR 测光缆长度	161
思考题	163
附录 通信测量基础知识	164
参考文献	177

第1章 信号发生器

1.1 概 述

测量用信号发生器通常称为信号源,是提供符合一定电技术要求的电信号的设备,它能提供已知波形、频率、幅度大小的输出电压和电流信号,为测量各种模拟系统和数字系统提供不同的信号源。信号发生器是电子测量领域最基本、应用最广泛的仪器之一。

1.1.1 信号发生器的分类

信号发生器的种类繁多,有以下几种不同的分类方法:

1. 按信号发生器的应用范围分类

(1) 通用信号发生器:指针对各种测量中普遍感兴趣的问题而研制生产的电子仪器,如低频信号发生器、高频信号发生器、函数信号发生器等,其应用较广泛。本章重点讨论通用信号发生器。

(2) 专用信号发生器:指为某种特殊专用目的而研制生产的电子仪器,如电视信号发生器、频谱发生器等。

2. 按输出波形分类

(1) 正弦信号发生器:产生正弦波或受调制的正弦波。由于正弦信号对于线性系统测量的重要性,及对非线性系统分段线性化的处理方法的普遍运用,使得正弦信号发生器的应用十分广泛。例如,对放大器增益、相位差、非线性失真以及系统频率的测量,无不需正弦信号发生器。

(2) 脉冲信号发生器:产生脉宽可调的重复脉冲波。

(3) 函数信号发生器:产生幅度与时间成一定函数关系的信号,如正弦波、三角波、方波、锯齿波、钟形脉冲等。

(4) 噪声信号发生器:产生各种模拟干扰电信号。

3. 按频率范围分类

(1) 超低频信号发生器:频率范围为 $0.0001\sim 1000\text{ Hz}$ 。

(2) 低频信号发生器:频率范围为 $1\text{ Hz}\sim 1\text{ MHz}$ 。

(3) 视频信号发生器:频率范围为 $20\text{ Hz}\sim 10\text{ MHz}$ 。

(4) 高频信号发生器:频率范围为 $100\text{ kHz}\sim 30\text{ MHz}$ 。

(5) 甚高频信号发生器:频率范围为 $30\sim 300\text{ MHz}$ 。

(6) 超高频信号发生器：频率范围为 300 MHz 以上。

频段的划分并不是绝对的。例如，有的低频信号发生器频率范围上限值高于 1 MHz；有的将 300 kHz~6 MHz 范围的信号发生器划分为视频信号发生器，或者将 100 kHz 以上直至微波波段的信号发生器称为射频信号发生器。各类信号发生器频率范围也有重叠的情况，这与信号发生器广泛的应用范围是有关的。

1.1.2 信号发生器的发展趋势

由于电子技术的迅速发展，促使信号发生器种类日益增多，性能日益提高。随着微处理器的出现，更促使信号发生器向着自动化、智能化方向发展。现在许多信号发生器都带有微处理器，具有自校、自检、自动故障诊断、自动波形形成和修正等功能，其总的趋势是向着宽频率覆盖、高精度、多功能、多用途、自动化和智能化方向发展。

1.2 低频信号发生器

1.2.1 低频信号发生器的基本组成和工作原理

低频信号发生器是指以输出正弦波为主，工作频率在 1 Hz~1 MHz 范围内的信号发生器。它是一种多功能、宽量程的电子仪器，广泛应用于模拟电路的设计、测试和维修，例如各种音频设备的调试与测试等。

图 1.1 是低频信号发生器的一般组成方框图。它主要包括主振器、连续衰减器(电位器 R_p)、缓冲放大器、输出衰减器、功率放大器、阻抗变换器(输出变压器)和监测器(电压指示表)。

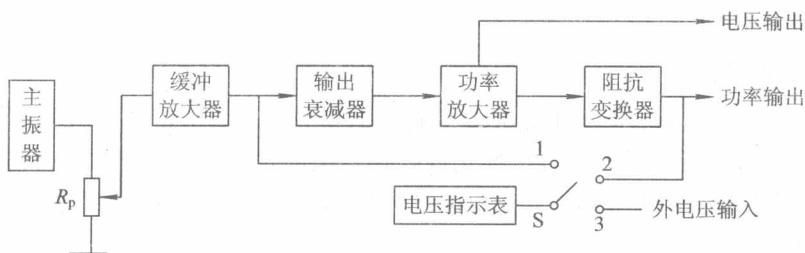


图 1.1 低频信号发生器的组成

1. 主振器

主振器是低频信号发生器的核心，用来产生低频正弦信号，其振荡频率范围即为信号发生器的有效频率范围。主振器常见的电路形式有 RC 振荡电路和差频式振荡电路。采用 RC 振荡器的信号发生器，利用波段开关来切换谐振元件以实现频率的覆盖。RC 振荡器可以分为三种：RC 移项振荡器、RC 双 T 振荡器和 RC 文氏电桥振荡器。由于 RC 文氏电桥振荡器有输出波形好、振幅稳定、频率范围宽和频率调节方便等优点，因此，这种振荡器应用较多。差频式信号发生器的优点是频率覆盖范围较宽，输出电平较均匀；缺点是波形失真较大，频率准确度和稳定性差。

2. 缓冲放大器

缓冲放大器兼有缓冲和电压放大的作用。缓冲的目的是为了隔离后级电路对主振电路的影响，保证主振频率的稳定，一般采用射极跟随器或运放组成的电压跟随器作为缓冲放大器。电压放大的目的是放大主振器产生的振荡信号，使主振器的输出电压达到预定技术指标的要求。

3. 输出衰减器

输出衰减器用于改变信号发生器的输出电压或功率，通常分为连续调节和步进调节两种。连续调节由电位器 R_p 实现，步进调节由电阻分压器实现。

4. 功率放大器

功率放大器对输出衰减器送来的电压信号进行功率放大，使之达到额定的功率输出。要求功率放大器的工作效率高，谐波失真小。

5. 阻抗变换器

阻抗变换器用于匹配不同阻抗负载，以便获得最大输出功率。

6. 电压指示表

电压指示表用于指示输出电压的大小。

低频信号发生器的种类很多，限于篇幅不可能一一列举，下面仅以 MAG203D 型低频信号发生器为例来介绍低频信号发生器的主要技术指标和使用方法。

1.2.2 低频信号发生器的主要技术指标

低频信号发生器主要工作特性的典型数据大致如下：

频率范围：一般为 10 Hz~1 MHz，且均匀连续可调。

频率准确度： $\pm 1\% \sim \pm 3\%$ 。

频率稳定度：优于 0.1%。

输出电压：0~10 V 连续可调。

输出功率：0.5~5 W 连续可调。

非线性失真：小于 0.1%~1%。

输出阻抗：50 Ω 、75 Ω 、600 Ω 、5 k Ω 。

输出波形：正弦波、方波。

表 1.1 所示为 MAG203D 型低频信号发生器的主要技术指标。

表 1.1 MAG203D 型低频信号发生器主要技术指标

参 数	主要技术指标
振荡频率	×1 挡：10~100 Hz
	×10 挡：100 Hz~1 kHz
	×100 挡：1~10 kHz
	×1 k 挡：10~100 kHz
	×10 k 挡：100 kHz~1 MHz

续表

参 数	主要技术指标
频率准确度	$\pm 3\%$
输出阻抗	$600\ \Omega$
输出衰减器	0 dB、10 dB、20 dB、30 dB、40 dB、50 dB ($600\ \Omega$ 负载时, 准确度为 $\pm 1\text{ dB}$)
正弦波特性	
输出电压($600\ \Omega$ 负载)	$\geq 5\text{ V}$
频率响应	10 Hz~1 MHz; $\pm 0.5\text{ dB}$
失真	400 Hz~20 kHz: 0.1%或以下 100 Hz~100 kHz: 0.3%或以下 50 Hz~200 kHz: 0.5%或以下 20 Hz~500 kHz: 1%或以下 10 Hz~1 MHz: 1.5%
方波特性	
输出电压($600\ \Omega$ 负载)	$\geq 10\text{ V}$ (峰-峰值)
上升/下降时间	200 ns(在最大输出情形下)

1.2.3 低频信号发生器的使用方法

1. MAG203D 型低频信号发生器功能说明

MAG203D 型低频信号发生器的前面板如图 1.2 所示, 面板上控制装置的作用按图中标号介绍如下:

- ① 指标: 用于指示刻度。
- ② 刻度盘: 规划有 10 到 100 之准确刻度。
- ③ 频率盘: 调整振荡频率。振荡频率为刻度盘读数 $\times$ 选择器 Range 之放大率。
- ④ Power ON/OFF: 电源开关。
- ⑤ 电源接通指示 LED。
- ⑥ 频率挡位选择器。
- ⑦ WAVE FORM: 输出波形选择, 提供正弦波与方波的切换。
- ⑧ OUTPUT: 信号输出端子。
- ⑨ ATTENUATOR(dB): 衰减器共 6 个挡位, 每挡位间隔 10 dB。

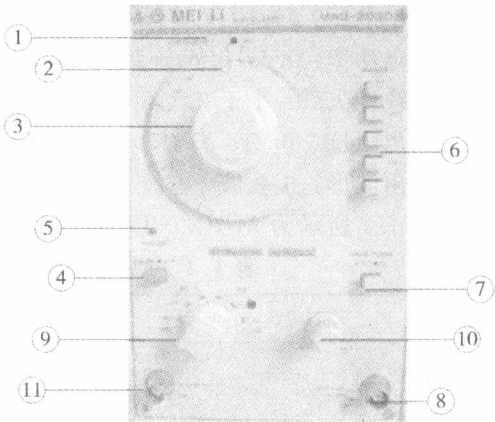


图 1.2 MAG203D 型低频信号发生器前面板图

⑩ AMPLITUDE: 电压控制器, 能连续改变输出电压。

⑪ SYNC 输入端子: 同步信号输入端子, 把外部信号输入接于此端子, 仪器会与外部信号发生同步。

注意: 切勿输入 10 V(有效值)或以上电压于 OUTPUT 或 SYNC 端子, 且输入直流电时须用电容连接。

2. 操作说明

(1) 检查电源电压, 确定其在(220 V/110 V)±10%范围内即可插入电源线插头。按下 ON/OFF 开关, 电源指示灯亮表示电源已经接上。

(2) 选择输出波形: 当 WAVE FORM 按钮被压下时, 输出为正弦波, 反之为方波。

(3) 设定频率: 使用频率挡位选择器, 选择所需频率挡位, 再利用频率盘设定所需频率。

(4) 调整输出电压: 不论是正弦波或方波, 输出电压的大小都可以利用 AMPLITUDE 旋钮做连续调整, 也可以利用 ATTENUATOR(dB)旋钮做步进衰减。

1.2.4 低频信号发生器使用练习

(1) 调节频率盘和频率挡位选择器, 使信号发生器输出频率分别为 75 Hz、125 Hz、1350 Hz、14.5 kHz、165 kHz 的正弦波和方波, 并用示波器观测。

(2) 调节衰减器和电压控制器, 使信号发生器输出频率为 1.35 kHz, 电压有效值分别为 5 V、1.58 V、0.5 V、158 mV 的正弦波信号。

(3) 将低频信号发生器的输出端与示波器输入探头相连, 将低频信号发生器的输出衰减开关置于“0 dB”处, 调节频率旋钮和输出电压控制旋钮, 使之产生频率为 50 Hz、输出电压 10 V(峰-峰值)的正弦波信号, 用示波器监测。然后再将输出衰减开关分别置于 10 dB、20 dB、30 dB、40 dB、50 dB, 同时用示波器分别测出相应的电压值, 填入表 1.2 中。再将低频信号发生器的频率调节为 1 kHz、100 kHz、500 kHz, 重复上述测试过程。

表 1.2 低频信号发生器基本使用

衰减分贝值/dB		0	10	20	30	40	50
示波器电压读数 (峰-峰值)	50 Hz						
	1 kHz						
	100 kHz						
	500 kHz						

1.3 高频信号发生器

高频信号发生器是指能够提供高频正弦波和高频已调波信号的信号发生器, 其工作频率在几百千赫兹至几百兆赫兹范围, 通常具有等幅、调幅和调频几种输出, 并可以改变调制制度和频偏。高频信号发生器主要用于无线电接收设备及相应频段的中频放大器、鉴频器、滤波器等调试和检测。