



新世纪高职高专实用规划教材

● 机电系列

电子技术实验 与CAD技术应用

DIANZI JISHU SHIYAN YU CAD JISHU YINGYONG

刘祖其	主 编
彭志红	李 民
刘 刚	梅 莉
	副主编
	编 著



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材 机电系列

电子技术实验与 CAD 技术应用

刘祖其 主 编

彭志红 李 民 副主编

刘 刚 梅 莉 编 著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是高等职业教育本、专科的《模拟电子技术》、《数字电子技术》的配套教材。全书共分9章,主要内容包括:常用电子仪器、仪表的使用方法;常用电子元器件简介;模拟电路基本实验(17个);数字电路基本实验(16个);技能训练(6个);绘制电路原理图;绘制印制电路板图;自制SCH元件库;自制PCB元件封装库。附录中介绍了电子技术实验须知。

本书在编写过程中,考虑到实验设备和器材差异,模拟电路基本实验和数字电路基本实验中的部分内容设计了两套方法,个别实验设计了三套方法供选择。对所有的实验电路,给出了非常直观的线路实物连接图 and 操作方法及步骤,电子CAD部分采用图片式的教学方式,教初学者通过看图操作去实践,能快速掌握Protel 99 SE软件从画原理图(SCH)到PCB印制电路板图的制作。本书突出了理论与实际相结合、基础实验与综合技能训练相结合的教学模式,教材体系构思新颖,教材内容的实践性、应用性、兴趣性和可操作性强,突出了职业教育的特色。本教材所编入的实验内容多数已在数所高等职业技术学院的教学实验中使用,实验的效果较好。

本教材可作为高等职业技术学院校本、专科电子、通信、计算机应用、计算机网络、机电、电气等专业的实验教学用书,也可作为其他专业、电子爱好者学习电子技术和Protel 99 SE的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验与CAD技术应用/刘祖其主编;彭志红,李民副主编;刘刚,梅莉编著. —北京:清华大学出版社,2006.9

(新世纪高职高专实用规划教材 机电系列)

ISBN 7-302-13702-1

I.电… II.①刘… ②彭… ③李… ④刘… ⑤梅… III.①电子技术—实验—高等学校:技术学校—教材 ②电子技术—计算机辅助设计—应用软件—高等学校:技术学校—教材 IV.TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第100691号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客 户 服 务:010-62776969

责任编辑:李春明

排版人员:房书萍

印 装 者:清华大学印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:18.5 字数:436千字

版 次:2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-13702-1/TN·350

印 数:1~5000

定 价:26.00元

前 言

本教材是在作者 1996 年(电子科技大学出版社)出版的《工业电子学实验指导书》的基础上,结合近几年来高职实验教学实际,借鉴了兄弟院校经验及有关资料的同时,重新进行整理充实编写的。为了尽可能地跟踪目前对高职教育提出的新的要求,教材增加了 EDA 技术。EDA(电子设计自动化)技术已成为现代电子电路设计人员和电子爱好者的必备技能。高等职业教育在全面素质教育中占有不可缺少的地位,是培养新世纪人才所不可缺少的力量。本教材所编入的实验内容多数已在克拉玛依职业技术学院、新疆石油学院、四川托普信息技术职业学院等院校的教学实践中使用多年,实验的效果较好。

本教材从实际应用的需要(实例)出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念,加强了应用性和实际操作性的内容。考虑到实验设备及因器材差异,第 3、4 章部分实验设计了两套方法,个别实验设计了三套方法供选择。对所有的实验电路,给出了非常直观的线路实物连接图和操作方法及步骤,只要按照书中要求做,确保成功。

Protel 99 SE 已成为电子及相近专业和电子爱好者学习 EDA 的首选软件,但对作为初学者的学生来说,一个学期过去了,还没有入门。虽然软件汉化,但图标仍然是英语标注,造成学习进度受限。为使初学者尽快掌握 Protel 99 SE 的操作,在教材第 6~9 章中,利用图片的教学方式,并且对图标都作了中文注释,有助于应用基础相对薄弱的学生学习。利用图片的教学方式,教给希望快速了解和操作 Protel 99 SE 的初学者一个走捷径的路,初学者通过看图操作去实践,以最快的速度学会画电路原理图(SCH)、创建 SCH 元件、把原理图转换成电路板(PCB)、对 PCB 进行自动布线以及创建 PCB 元件库。

为把学生培养成技术应用型人才,本教材突出了理论与实际相结合、基础实验与综合技能训练相结合的教学模式,全面培养学生实验分析能力、实际操作能力、独立分析问题和解决问题的能力,提高综合运用能力,以及创新思维能力和理论联系实际的能力。教材体系构思新颖,教材内容的实践性、应用性、兴趣性和可操作性强,突出了职业教育的特色。

本书是高等职业教育本、专科的《模拟电子技术》、《数字电子技术》的配套教材。全书共 9 章,另有两个附录,主要包括:

第 1 章介绍了常用电子仪器、仪表的使用方法;

第 2 章介绍了常用电子元器件;

第 3 章安排了模拟电路基本实验(17 个),实验内容基本覆盖整个模拟电路课程的教学内容;

第 4 章安排了数字电路基本实验(16 个),实验内容基本覆盖整个数字电路课程的教学内容;

第 5 章安排了技能训练(6 个),培养学生的基本技能和实际动手能力;

第 6 章介绍了绘制电路原理图;

第 7 章介绍了绘制印制电路板图;

第 8 章介绍了自制 SCH 元件库;

第 9 章介绍了自制 PCB 元件封装库;

附录 A 为电子技术实验须知;

附录 B 为常用集成电路管脚号排列图。

凡有“#”号的专科不做。在教学过程中,教师可根据各专业的需要和所给学时数进行选择。

本教材是由四川托普信息技术职业学院刘祖其电子工程技术高级工程师、高级机械工程师、副教授担任主编,成都电子机械高等专科学校彭志红副教授和中国石油天然气集团总公司华油集团优特公司李民工程师担任副主编。参加本教材编著的还有中兴通信成都公司刘刚博士、高级工程师,克拉玛依职业技术学院梅莉实验师。

本教材在编写和出版过程中,得到了四川托普信息技术职业学院院长王能忠教授,教学督导龚荣武教授和教务处黄毅处长的支持和帮助,在此表示感谢!

本教材可作为职业技术学院本、专科电子、通信、计算机应用、计算机网络、机电、电气等专业的实验教学用书和学习 Protel 99 SE 教学用书,也可作为其他专业学习电子技术和 Protel 99 SE 的参考书。

本书如有错误和不妥之处,欢迎提出宝贵意见。

编 者

lzq8780@126.com



读者回执卡

欢迎您立即填写回函

您好！感谢您购买本书，请您抽出宝贵的时间填写这份回执卡，并将此页剪下寄回我公司读者服务部。我们会在以后的工作中充分考虑您的意见和建议，并将您的信息加入公司的客户档案中，以便向您提供全程的一体化服务。您享有的权益：

- ★ 免费获得我公司的新书资料；
- ★ 免费参加我公司组织的技术交流会及讲座；
- ★ 寻求解答阅读中遇到的问题；
- ★ 可参加不定期的促销活动，免费获取赠品；

读者基本资料

姓 名 _____ 性 别 ☐男 ☐女 年 龄 _____
 电 话 _____ 职 业 _____ 文化程度 _____
 E-mail _____ 邮 编 _____
 通讯地址 _____

请在您认可处打√ (6至10题可多选)

- 您购买的图书名称是什么：_____
- 您在何处购买的此书：_____
- 您对电脑的掌握程度：

☐ 不懂	☐ 基本掌握	☐ 熟练应用	☐ 精通某一领域
-----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------
- 您学习此书的主要目的是：

☐ 工作需要	☐ 个人爱好	☐ 获得证书	
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--
- 您希望通过学习达到何种程度：

☐ 基本掌握	☐ 熟练应用	☐ 专业水平	
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--
- 您想学习的其他电脑知识有：

☐ 电脑入门	☐ 操作系统	☐ 办公软件	☐ 多媒体设计
☐ 编程知识	☐ 图像设计	☐ 网页设计	☐ 互联网知识
- 影响您购买图书的因素：

☐ 书名	☐ 作者	☐ 出版机构	☐ 印刷、装帧质量
☐ 内容简介	☐ 网络宣传	☐ 图书定价	☐ 书店宣传
☐ 封面、插图及版式	☐ 知名作家（学者）的推荐或书评	☐ 其他	
- 您比较喜欢哪些形式的学习方式：

☐ 看图书	☐ 上网学习	☐ 用教学光盘	☐ 参加培训班
------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------
- 您可以接受的图书的价格是：

☐ 20元以内	☐ 30元以内	☐ 50元以内	☐ 100元以内
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------
- 您从何处获知本公司产品信息：

☐ 报纸、杂志	☐ 广播、电视	☐ 同事或朋友推荐	☐ 网站
--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------
- 您对本书的满意度：

☐ 很满意	☐ 较满意	☐ 一般	☐ 不满意
------------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------
- 您对我们的建议：_____

1 0 0 0 8 4

北京100084—157信箱

读者服务部

收

贴 票 邮 处

邮政编码：□□□□□□

请剪下本页填写清楚，放入信封寄回，谢谢！

目 录

第1章 常用电子仪器、仪表的

使用方法.....1

- 1.1 双踪示波器.....1
 - 1.1.1 双踪示波器概述.....1
 - 1.1.2 示波器的使用 and 选择.....2
 - 1.1.3 YB4328 双踪示波器的技术特性.....2
 - 1.1.4 YB4328 双踪示波器的使用方法.....3
 - 1.1.5 使用双踪示波器进行测量.....6
- 1.2 万用表的使用方法.....9
 - 1.2.1 指针式万用表的使用方法.....9
 - 1.2.2 数字万用表的使用方法.....11
- 1.3 模拟电路实验台使用说明.....15
- 1.4 数字电路实验台使用说明.....17
- 1.5 通用测试板(面包板).....18
 - 1.5.1 通用测试板结构.....18
 - 1.5.2 在通用测试板上安装集成电路的方法.....19
 - 1.5.3 通用测试板上的连接导线及其操作方法.....19
 - 1.5.4 在通用测试板上布线的方法和顺序.....19
- 1.6 TTL-CMOS 逻辑笔.....20
 - 1.6.1 面板说明.....20
 - 1.6.2 使用方法.....20
- 1.7 函数发生器.....21
 - 1.7.1 主要的技术指标.....22
 - 1.7.2 使用方法.....24
- 1.8 直流稳压电源.....24
 - 1.8.1 技术性能.....25
 - 1.8.2 注意事项.....25
 - 1.8.3 使用方法.....25

- 1.9 交流毫伏表.....26

第2章 常用电子元器件简介.....28

- 2.1 电阻、电容、电感的命名方法.....28
 - 2.1.1 电阻的命名方法.....28
 - 2.1.2 电阻的主要参数.....30
 - 2.1.3 电位器.....32
 - 2.1.4 电阻、电位器的测量与质量判别.....32
 - 2.1.5 电阻、电位器的分类.....33
- 2.2 电容器.....34
 - 2.2.1 电容器的性能指标.....34
 - 2.2.2 电容器的型号.....35
 - 2.2.3 电容器的测量.....35
 - 2.2.4 电容器的分类.....36
- 2.3 电感器.....36
 - 2.3.1 电感的种类.....37
 - 2.3.2 电感器的测量、功能分类.....38
- 2.4 常用晶体管的主要参数.....39
 - 2.4.1 常用晶体管的识别.....39
 - 2.4.2 常用晶体管的主要参数.....41
- 2.5 集成电路功能简介.....47
- 2.6 器件手册及查阅方法.....50
 - 2.6.1 使用器件手册的意义.....50
 - 2.6.2 器件手册的主要内容.....51
 - 2.6.3 器件手册的查阅方法.....51
 - 2.6.4 门电路、触发器新、旧图形符号对照表.....52

第3章 模拟电路基本实验.....54

- 实验 3.1 常用电子仪器、仪表的使用方法.....54
 - 一、实验目的.....54
 - 二、实验前准备.....54

三、注意事项.....	54	五、实验内容与步骤.....	70
四、实验仪器与设备.....	54	六、实验报告及思考题.....	71
五、实验内容与步骤.....	55	实验 3.7 RC 振荡器实验.....	71
六、实验报告及思考题.....	56	一、实验目的.....	71
实验 3.2 晶体管与三极管特性曲线		二、实验概述.....	71
的测试.....	57	三、实验前准备.....	72
一、实验目的.....	57	四、实验设备与器材.....	72
二、实验概述.....	57	五、实验内容与步骤.....	72
三、实验前准备.....	57	六、实验报告及思考题.....	73
四、实验设备与器材.....	57	实验 3.8 差动式放大电路的实验.....	74
五、实验内容与步骤.....	58	一、实验目的.....	74
六、实验报告及思考题.....	61	二、实验概述.....	74
实验 3.3 单管交流放大电路的实验.....	62	三、实验前准备.....	75
一、实验目的.....	62	四、实验设备与器材.....	75
二、实验概述.....	62	五、实验内容与步骤.....	75
三、实验前准备.....	62	六、实验报告及思考题.....	76
四、实验设备与器材.....	62	实验 3.9 集成运算放大器的	
五、实验内容与步骤.....	63	应用实验(一).....	77
六、实验报告及思考题.....	64	一、实验目的.....	77
实验 3.4 两级阻容耦合放大电路		二、实验概述.....	77
的实验.....	64	三、实验前准备.....	79
一、实验目的.....	64	四、实验设备与器材.....	79
二、实验概述.....	65	五、实验内容与步骤.....	80
三、实验前准备.....	65	六、实验报告及思考题.....	81
四、实验设备与器材.....	65	实验 3.10 集成运算放大器	
五、实验内容与步骤.....	65	的应用实验(二).....	81
六、实验报告及思考题.....	67	一、实验目的.....	81
实验 3.5 射极输出器的实验.....	67	二、实验概述.....	81
一、实验目的.....	67	三、实验设备与器材.....	82
二、实验概述.....	67	四、实验前准备.....	82
三、实验前准备.....	67	五、实验内容与步骤.....	82
四、实验设备与器材.....	68	六、实验报告与思考题.....	84
五、实验内容与步骤.....	68	实验 3.11 单相整流、滤波和稳压	
六、实验报告及思考题.....	69	电源的实验.....	84
实验 3.6 LC 振荡电路的实验.....	69	一、实验目的.....	84
一、实验目的.....	69	二、实验概述.....	84
二、实验概述.....	70	三、实验前准备.....	84
三、实验前准备.....	70	四、实验设备与器材.....	85
四、实验设备与器材.....	70		

五、实验内容与步骤.....	85	六、实验报告及说明.....	101
六、实验报告及思考题.....	86	实验 3.17 单相可控整流电路	
实验 3.12 串联型直流稳压		的实验.....	102
电源实验.....	86	一、实验目的.....	102
一、实验目的.....	86	二、实验概述.....	102
二、实验概述.....	86	三、实验前准备.....	103
三、实验前准备.....	87	四、实验设备与器材.....	103
四、实验设备与器材.....	87	五、实验内容与步骤.....	103
五、实验内容与步骤.....	87	六、实验报告及思考题.....	104
六、实验报告及思考题.....	89	第 4 章 数字电路基本实验.....	105
实验 3.13 集成直流稳压电源实验.....	89	实验 4.1 逻辑门电路的测试.....	105
一、实验目的.....	89	一、实验目的.....	105
二、实验概述.....	89	二、实验概述.....	105
三、实验设备.....	90	三、实验前准备.....	105
四、实验前准备.....	90	四、实验设备与器材.....	106
五、实验内容及步骤.....	91	五、实验内容与步骤.....	106
六、实验报告及要求.....	92	六、实验报告及思考题.....	110
实验 3.14 音频功率放大器的实验.....	92	实验 4.2 TTL 集成“与非”门	
一、实验目的.....	92	的参数测试.....	110
二、实验概述.....	92	一、实验目的.....	110
三、实验前准备.....	93	二、实验概述.....	111
四、实验设备与器材.....	94	三、实验前准备.....	111
五、实验内容及步骤.....	94	四、实验设备与器材.....	111
六、实验报告与思考题.....	95	五、实验内容与步骤.....	111
实验 3.15 场效应管放大器的		六、实验报告及思考题.....	113
实验测试.....	96	实验 4.3 组合逻辑电路的设计	
一、实验目的.....	96	与实验(一).....	113
二、实验概述.....	96	一、实验目的.....	113
三、实验前准备.....	96	二、实验概述.....	114
四、实验设备与器材.....	96	三、实验前准备.....	114
五、实验内容及步骤.....	96	四、实验器材与设备.....	114
六、实验报告及思考题.....	98	五、实验内容与步骤.....	114
实验 3.16 可控硅的认识与实验.....	98	六、实验报告及思考题.....	116
一、实验目的.....	98	实验 4.4 RS 触发器的功能实验.....	116
二、实验概述.....	98	一、实验目的.....	116
三、实验前准备.....	100	二、实验概述.....	116
四、实验设备与器件.....	100	三、实验前准备.....	117
五、实验内容与步骤.....	100	四、实验设备与器材.....	117

五、实验内容与步骤.....	117	五、实验报告与思考题.....	138
六、实验报告及思考题.....	119	实验 4.10 组合逻辑电路的	
实验 4.5 JK、D 及 T 触发器逻辑		设计与实验(二).....	138
功能测试.....	119	一、实验目的.....	139
一、实验目的.....	119	二、实验概述.....	139
二、实验概述.....	120	三、实验前准备.....	139
三、实验前准备.....	121	四、实验设备与器材.....	139
四、实验设备与器材.....	121	五、实验内容与步骤.....	140
五、实验内容与步骤.....	122	六、实验报告及思考题.....	141
六、实验报告及思考题.....	125	实验 4.11 半加器、全加器、	
实验 4.6 移位寄存器的功能实验.....	125	奇偶检验实验.....	141
一、实验目的.....	125	一、实验目的.....	141
二、实验概述.....	125	二、实验概述.....	141
三、实验前准备.....	126	三、实验设备及器材.....	142
四、实验设备与器材.....	126	四、实验前准备.....	142
五、实验内容与步骤.....	126	五、实验内容与步骤.....	142
六、实验报告及思考题.....	128	六、实验报告及思考题.....	147
实验 4.7 计数器实验.....	129	实验 4.12 译码器实验.....	147
一、实验目的.....	129	一、实验目的.....	147
二、实验概述.....	129	二、实验概述.....	147
三、实验前准备.....	129	三、实验设备及器材.....	148
四、实验设备与器材.....	129	四、实验前准备.....	149
五、实验内容与步骤.....	130	五、实验内容与步骤.....	149
六、实验报告及思考题.....	133	六、实验报告及思考题.....	150
实验 4.8 用集成与非门组成的单稳、		实验 4.13 数/模(D/A)转换实验.....	150
多谐电路实验.....	133	一、实验目的.....	150
一、实验目的.....	133	二、实验概述.....	150
二、实验概述.....	133	三、实验前准备.....	152
三、实验前准备.....	133	四、实验设备与器材.....	152
四、实验设备与器材.....	134	五、实验内容与步骤.....	152
五、实验内容与步骤.....	134	六、实验报告及思考题.....	154
六、实验报告及思考题.....	136	实验 4.14 模/数转换实验.....	154
实验 4.9 编码器、译码器和数码		一、实验目的.....	154
显示器实验.....	136	二、实验概述.....	154
一、实验目的.....	136	三、实验前准备.....	156
二、实验概述.....	136	四、实验设备与器材.....	156
三、实验设备与器材.....	136	五、实验内容与步骤.....	156
四、实验内容与步骤.....	136		

六、实验报告及思考题.....	157	实训 5.4 抢答器(时间判别电路).....	187
实验 4.15 计数、译码、显示电路的 综合应用.....	157	一、实训目的.....	187
一、实验目的.....	157	二、实训概述.....	188
二、实验概述.....	157	三、实训设备与器件.....	188
三、实验前准备.....	160	四、实训内容与步骤.....	189
四、实验设备与器材.....	161	五、实训报告与思考题.....	189
五、实验内容与步骤.....	162	实训 5.5 电子秒表.....	189
六、实验报告及思考题.....	165	一、实训目的.....	189
实验 4.16 555 时基电路的 应用实验.....	165	二、实训概述.....	189
一、实验目的.....	165	三、技能训练步骤.....	192
二、实验概述.....	165	四、实训报告与思考题.....	193
三、实验前准备.....	166	实训 5.6 印制电路板的设计与制作.....	193
四、实验设备与器材.....	166	一、传统的制作方法.....	193
五、实验内容与步骤.....	166	二、热转印自制 PCB 电路板 方法.....	197
六、实验报告及思考题.....	170	三、新型制板系统的使用.....	199
第 5 章 技能训练.....	171	第 6 章 绘制电路原理图.....	204
实训 5.1 安装与焊接练习.....	171	6.1 Protel 99 SE 电路板设计步骤.....	204
一、实训目的.....	171	6.1.1 Protel 99 SE 的特点.....	205
二、实训概述.....	171	6.1.2 Protel 99 SE 设计平台软 硬件配置要求.....	206
三、实训前准备.....	175	6.1.3 用 Protel 99 SE 绘制电路 原理图的步骤.....	206
四、实训仪器与设备.....	175	6.2 电路原理图绘制的操作步骤.....	208
五、实训内容与步骤.....	176	6.2.1 新建一个设计数据库.....	208
六、实训报告与思考题.....	176	6.2.2 添加元件库.....	210
实训 5.2 电子元器件的识别与测试.....	176	6.2.3 开始绘制原理图.....	213
一、实训目的.....	176	6.2.4 实际绘制一个电路原理图.....	216
二、技能训练步骤.....	177	第 7 章 绘制印制电路板图.....	222
三、记录判别、测量结果.....	182	7.1 印制电路板图的设计过程.....	222
实训 5.3 收音机的组装与调试.....	183	7.2 绘制印制电路板图前的准备工作.....	223
一、实训目的.....	183	7.3 把 SCH 文件变成 PCB 板.....	226
二、实训概述.....	183	7.4 对 PCB 进行自动布线.....	234
三、实验前准备.....	185	7.5 放置焊盘和过孔.....	239
四、设备与器材.....	185	第 8 章 自制 SCH 元件库.....	242
五、实训内容与步骤.....	185	8.1 元件库编辑器的使用.....	242
六、常见故障分析.....	187	8.2 元件库管理器的使用.....	244

8.3 元件工具的使用.....	246	附录 A 电子技术实验须知.....	272
8.4 自制新建元件.....	246	一、实验课的任务及基本要求.....	272
8.5 手工自制元件库实例.....	248	二、实验课的基本原则.....	272
8.6 用元件库自制新元件实例.....	253	附录 B TTL 数字集成电路	
第 9 章 自制 PCB 元件封装库.....	264	引脚排列图.....	274
9.1 手工自制元件封装.....	264	主要参考文献.....	281
9.2 利用向导自制元件封装.....	267		

第1章 常用电子仪器、仪表的使用方法

1.1 双踪示波器

1.1.1 双踪示波器概述

对电信号的波形进行分析并测量其参数,是电子学的一项重要任务。示波器能把人们无法直接看到的电信号的变化规律转换成可直接观察的波形,显示在示波管的屏幕上。

利用示波器能观测各种不同电信号幅度随时间变化的波形曲线,还可以测试多种电量,如电压、电流、频率、周期、相位差、调幅度、脉冲宽度、上升及下降时间等;若配以传感器,还能对压力、温度、密度、声、光、磁效应等非电量进行测量。无论现在还是将来,示波器都是一种不可缺少的测量仪器,它也正向自动化、智能化方向发展。

示波器是一种以阴极射线管作为显示器的显示信号波形的测量仪器。它对电信号的分析是研究信号的瞬时幅度与时间的函数关系,因此,它具有捕获显示和分析时域波形的功能。

1. 示波器的特点

作为通用电子测量仪器,示波器具有以下一些特点。

- (1) 有良好的直观性,可直接显示信号波形,也可测量信号的瞬时值。
- (2) 灵敏度高、工作频带宽、速度快,对观测瞬变信号的细节带来了很大的便利。
- (3) 输入阻抗高(兆欧级),对被测电路的影响小。
- (4) 是一种良好的信号比较器,可显示和分析任意两个量之间的函数关系。

2. 示波器的类型

示波器种类型号繁多,根据其用途及特点的不同,可分成以下几大类。

- (1) 通用示波器:应用了基本显示原理,可对电信号进行定性和定量观测。
- (2) 取样示波器:采用取样技术将高频信号转换成模拟的低频信号,再应用通用示波器的基本显示原理观测信号。取样示波器一般用于观测频率高、速度快的脉冲信号。
- (3) 记忆示波器和存储示波器:这两种示波器均具有存储信息功能,前者采用记忆示波管存储,后者采用数字存储器存储。它们能对单次瞬变过程、非周期现象、低重复频率信号进行观测。
- (4) 逻辑示波器:又称逻辑分析仪,主要用以分析数字系统的逻辑关系。

1.1.2 示波器的使用 and 选择

示波器对电压、频率、周期等电量进行有效的测量，示波器的选用应考虑以下几点：

(1) 根据被测信号的形状和个数来选择。若需要观测一个低频正弦波信号，则可选用普通简易示波器，若需要同时观测比较两个信号或观测脉冲信号，则可选择二踪示波器。

(2) 根据被测信号的频率来选择。Y 轴系统的通频带越宽，被测信号的波形失真就越小，因此，一般要求示波器通频带的上限频率 f_B 应大于被测信号最高频率 f_m 三倍以上。

(3) 根据示波器的上升时间来选择，一般要求示波器本身的上升时间至少应比被测脉冲信号的上升时间小三分之一，这样才不会引起明显的测量误差。

当然，示波器的选用应根据具体条件综合考虑。

1.1.3 YB4328 双踪示波器的技术特性

工作方式	Y1、Y2、交替、断续、叠加、X-Y
偏转系数	5mV/div~10V/div 按 1-2-5 进位。
(Y1 或 Y2)	共分 11 挡，误差±5%。
扩展倍率	×5 误差±10%
频带宽度	AC: 10Hz~20MHz -3dB DC: 0~20MHz -3dB
扩展后频带宽度	AC: 10Hz~5MHz -3dB DC: 0~5MHz -3dB
上升时间	≤18ns, 扩展后≤70ns
上冲	≤5%
阻尼	≤5%
耦合方式	AC、DC
输入阻容	1±5% MΩ; ≤30pF(直接) 10±5% MΩ; ≤23pF(经探极)
最大安全输入电压	400V(DC+AC _{P-P})
极性转换	Y2 可转换
触发源	Y1、Y2、交替、电源、外
耦合	AC/DC(外)常态/TV
极性	+/-
同步频率范围	自动 50Hz~20MHz 触发 5Hz~20MHz
最小同步电平	内 1div; 外 0.2V _{P-P} TV 内 2div; 外 0.3V _{P-P} 触发锁定时(20Hz~10MHz):

外触发输入阻抗	内 2div; 外 $0.3V_{P-P}$
最大安全电压	$10 \pm 5\% M\Omega // \leq 30pF$
扫描方式	自动、触发、锁定、单次
扫描时间系数	$0.1\mu s/div \sim 0.2s/div$ 按 1-2-5 进位共分 20 挡, 误差为 $\pm 5\%$
扩展	$\times 5$ 误差为 $\pm 10\%$
信号输入	X 轴: Y1 Y 轴: Y2
偏转系数	同 Y1
频率响应	AC: $10Hz \sim 1MHz$ $-3dB$ DC: $0 \sim 1MHz$ $-3dB$
输入阻抗	同 Y1
最大输入电压	同 Y1
X-Y 相位差	$\leq 3^\circ \dots$ (DC-50kHz)
最小输入电平	TTL 电平
最大输入电压	$50V(DC+AC_{P-P})$
输入电阻	$10k\Omega$
输入极性	低电平加亮
频率范围	DC $\sim 5MHz$
波形	方波
幅度	$0.5 \pm 2\% V_{P-P}$
频率	$1 \pm 2\% kHz$
余辉	中余辉
工作面	$8cm \times 10cm (1cm=1div)$
电压	$220 \pm 10\% V$
频率	$50 \pm 5\% Hz$
视在功率	约 $35V \cdot A$

1.1.4 YB4328 双踪示波器的使用方法

1. 控制件的作用

图 1-1 标出了 YB4328 示波器部分控件的位置。

(1) 电源开关(POWER)。接通电源, 指示灯亮。

(2) 亮度(INTERESTY)。顺时针方向调节旋钮, 亮度增加。

(3) 聚焦(FOCUS)。可调节示波器电子束的焦点, 使显示的亮点成为清晰的圆点。

(4) 光迹(TRACE ROTATION)。调节光迹与水平线平行。

(5) 校准信号(PROBE ADJUST)。有 $0.5V$ 、 $1kHz$ 的方波信号输出, 可校准 Y 轴偏转系数和扫描时间系数。

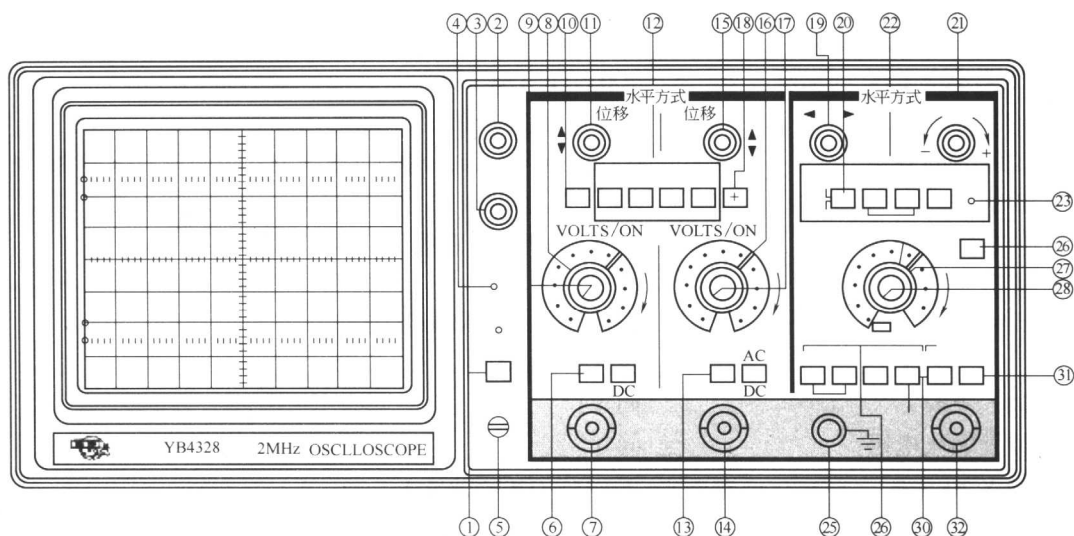


图 1-1 YB4328 示波器前面位置图

(6) 接入方式(AC GND DC)AC。全观察信号的交流成分。DC：全观察信号的直流分量(信号频率低时选用)。GND：输入端处于接地状态。

(7) 通道 1 输入 CH1(X)。双功能端口，此口可作为垂直通道 1 的输入口，当仪器工作在 X-Y 方式时，此口为水平信号输出口。

(8) 通道 1 灵敏度选择开关(VOLTS/DIV)。可根据被测信号的电压幅度，从 $5\mu\text{V}/\text{div} \sim 10\text{V}/\text{div}$ 分 11 个挡进行选择。

(9) 微调(VARIABLE)。此口调节范围 ≥ 2.5 倍，顺时针到底为校准位置，可根据“VOLTS/DIV”开关位置和屏幕显示幅度读取信号的电压值。

(10) 通道扩展开关(PULLx5)。按入此开关，增扩展 5 倍。

(11) 垂直位移(POSITION)。调节光迹在垂直方向的位置。

(12) 垂直方式(MODE)。选择垂直工作方式。

CH1：只显示 CH1 通道的信号。

CH2：只显示通道 CH2 的信号。

交替：用于同时观察两路信号的交替显示(用于扫描速率快时使用)。

断续：2 路信号断续工作(用于扫描速率慢时使用)。

叠加：显示 2 路信号相加的结果，当 CH2 极性开关接入时，则两信号相减。

CH2 相反：接入此键时，CH2 的信号被反相，未接入时 CH2 的信号为常态显示。

(13) 接入方式(AC GND DC)。作用于 CH2，功能与(6)相同。

(14) 通道 2 输入。垂直通道 2 的输入端口，在 X-Y 方式时，为 Y 轴输入口。

(15) 垂直位移(POSITION)。调节光迹在垂直方向的位置。

(16) 通道 2 灵敏度选择开关。功能同(8)。

(17) 微调。功能同(9)。

(18) 通道 2 扩展(X5)。功能同(10)。

(19) 水平位移(PPOSITION)。用以调节光迹在水平方向的位置。

(20) 极性(SLOPE)。用以选择被测信号在上升沿或下降沿触发扫描。

(21) 电平(SWEEP MODE)。用以调节被测信号在变化至某一电平时触发扫描。

(22) 扫描方式(SWEEP MODE)。选择产生扫描的方式。

自动(AUTO): 当无触发信号输入时, 屏幕上显示扫描光迹, 一旦有触发信号输入, 电路自动转发为触发扫描状态, 调节电平使波形稳定在屏幕上, 此方式适合观察频率在 50Hz 以上的信号。

常态(NORM): 无信号输入时, 屏幕上无光迹显示, 有信号输入时, 电路被触发扫描, 当被测信号频率低于 50Hz 时, 应选择该方式。

锁定: 示波器工作在锁定状态后, 可使波形稳定的显示在屏幕上。

单次: 用于产生单次扫描, 进入单次状态后, 按复位键, 电路工作在单次扫描方式, 扫描电路处于等待状态, 当触发信号输入时, 扫描只产生一次, 下次扫描需再次按复位键。

(23) 触发指示(TRIG D READY)。指示灯有两种功能指示, 当仪器工作在非单次扫描方式时, 灯亮表示扫描电路工作在被触发状态; 当仪器工作在单次扫描方式时, 灯亮表示扫描电路在准备状态, 此时若有信号输入将产生一次扫描, 指示灯熄灭。

(24) 扫描速率(SEC/DIV)。根据被测信号的频率选择合适的挡位, 当微调置校准位置时, 可根据度盘的位置和波形在水平轴的距离读出被测信号的时间参数。

(25) 微调(VARIABLE)。可连续调节扫描速率, 调节范围 ≥ 2.5 倍。顺时针旋转为校准位置。

(26) 扫描扩展开关($\times 5$)。按入此键, 水平速率扩展 5 倍。

(27) 慢扫描开关。用来观察低频脉冲信号。

(28) 触发源(TRIGGER SOURCE)。用来选择不同的触发源。

CH1: 在双踪显示时, 触发信号来自 CH1 通道; 单踪显示时, 触发信号来自被显示的通道。

CH2: 在双踪显示时, 触发信号来自 CH2 通道; 单踪显示时, 触发信号来自被显示的通道。

交替: 双踪示波器在交替显示时, 触发信号来自于两个 Y 通道, 这种方式用于同时观察两路的信号。

电源: 触发信号来自于市电。

外接: 触发信号来自于触发输入端口。

(29) 接地。

(30) AC/DC。外触发信号的耦合方式, 当选择外触发源时, 且信号频率又低时, 应将开关置 DC 位置。

(31) 常态/TV(NORM/TV)。一般测量此开关置常态位置, 当观察电视信号时, 将开关置 TV 位置。

(32) 外触发输入(EXT INPUT)。当选择外触发方式时, 触发信号由此端口输入。

(33) Z 轴输入。亮度调制信号输入端。

(34) 触发输出(TRIGGER SIGNAL OUTPUT)。随触发选择信号输出约 100mV/div 的 CH1 或 CH2 通道输出信号, 方便外加频率计等。