



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

Gaodeng Zhiye Jiaoyu Dianzi Jishu Jineng Peiyang Guihua Jiaocai

电子技术 训练

王成安 王春 主编 荆珂 副主编



Electronic Skill Training

降低理论难度 内容通俗易懂

提供实训项目 培养操作技能

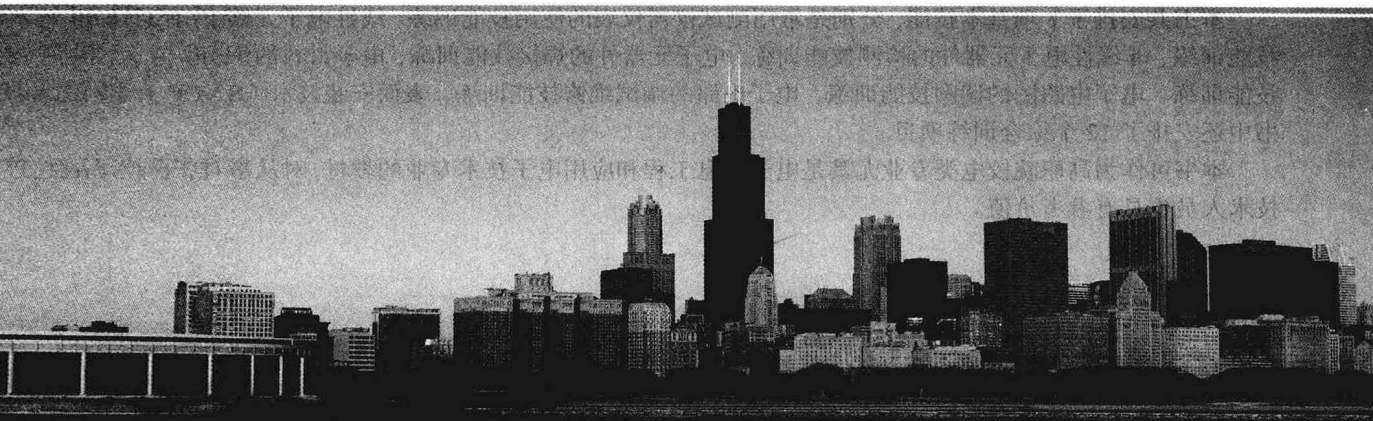
引入综合项目 与企业零距离



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电子技能 训练

王成安 王春 主编 荆珂 副主编



Electronic Skill
Training

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技能训练 / 王成安, 王春主编. — 2版. — 北京: 人民邮电出版社, 2010.10
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等职业教育电子技术技能培养规划教材
ISBN 978-7-115-23438-4

I. ①电… II. ①王… ②王… III. ①电子技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第146714号

内 容 提 要

本书以“工作过程导向”为主线, 采取项目式的教学方法, 对电子技术基本技能进行分项编写, 并结合具体的电子产品进行学习。

本书共安排了 8 项基本技能, 分别是常用测试仪器仪表的使用技能训练、线性电子元器件的识别与检测技能训练、非线性电子元器件的检测技能训练、电子元器件的焊接技能训练、电子材料的识别与元器件装接技能训练、电子电路图的读图技能训练、电子电路的调试维修技能训练、表面安装技术 (SMT) 技能训练。书中还安排了 12 个综合训练项目。

本书可作为高职院校电类专业尤其是电子信息工程和应用电子技术专业的教材, 对从事电子产品生产的技术人员也具有参考价值。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业教育电子技术技能培养规划教材

电子技能训练 (原名: 电子技术基本技能综合训练)

◆ 主 编 王成安 王 春

副 主 编 荆 珂

责任编辑 赵慧君

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.75

2010 年 10 月第 2 版

字数: 377 千字

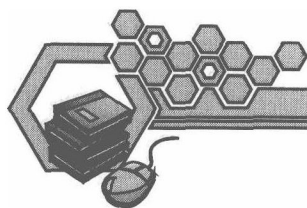
2010 年 10 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23438-4

定价: 28.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



再版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《电子技术基本技能综合训练》的修订本。

近年来, 高职教育以前所未有的速度发展, 无论是招生人数还是院校数量, 都已经占到甚至超过高等教育的半壁江山。随着高职教育改革的不断深化, 教材作为教学改革的内容之一, 也开始尝试新的编写思路和写作方法。本次修订, 对教材的体系进行了较大的改动, 变章节式教材为项目式教材, 更重要的是, 在教学内容上做了更大的改动, 将电子技术方面的新知识、新技术、新器件和新电路补充进来, 在编写体系上, 力图体现新思路和新方法, 以期在培养和训练学生的电子技术基本技能方面有所突破, 更好地为高职教育服务。

考虑到 EDA 技术在今天已经是一门普及型的课程, 且有大量专业教材出版, 所以此次再版, 将“EDA 技术入门篇”删掉了。

本书配备模拟电子技术的基本实验和数字电子技术的基本实验等丰富的教学资源, 任课教师可到人民邮电出版社教学服务与资源网 (www.ptpedu.com.cn) 免费下载使用。本书的参考学时为 126 学时, 各项目的参考学时见下面的学时分配表。综合训练项目建议以实训专用周的形式开展, 选做 4 个项目, 可安排 2 周时间。

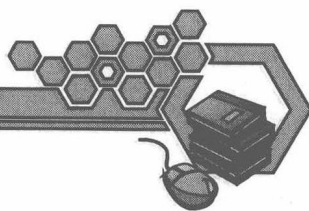
项 目	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲 授	实 训
项目 1	常用测试仪器仪表的使用技能训练	2	8
项目 2	线性电子元器件的识别与检测技能训练	2	4
项目 3	非线性电子元器件的检测技能训练	2	6
项目 4	电子元器件的焊接技能训练	2	8
项目 5	电子材料的识别与元器件装接技能训练	2	8
项目 6	电子电路图的读图技能训练	2	4
项目 7	电子电路的调试维修技能训练	2	8
项目 8	表面安装技术 (SMT) 技能训练	2	4
项目 9	电子技能综合训练项目 (选做 4 个, 安排 2 周)	8	52
课时总计: 126		24	102

本书由王成安和辽宁地质工程职业学院王春任主编, 荆珂任副主编。

由于编者水平所限, 书中难免存在不妥之处, 敬请广大读者批评指正。欢迎您把对本书的意见和建议发至邮箱: wang-ca420@sohu.com。

编 者

2010 年 6 月



项目 1 常用测试仪器仪表的使用技能训练1	项目 3 非线性电子元件的检测技能训练 47
项目要求.....1	项目要求..... 47
项目实施.....2	项目实施..... 48
项目相关知识.....3	项目相关知识与操作..... 48
知识 1 万用表的使用.....3	知识 1 半导体二极管的识别与检测..... 50
知识 2 示波器的使用.....6	技能与技巧..... 52
知识 3 信号发生器的使用.....11	操作 1 二极管的实际测量操作..... 52
知识 4 电子毫伏表的使用..... 15	技能与技巧..... 53
知识 5 直流稳压电源与万用电桥的使用..... 17	知识 2 半导体三极管的识别与检测..... 54
技能与技巧..... 19	操作 2 三极管的实际测量操作..... 56
项目小结..... 19	知识 3 场效应管的识别与检测..... 57
课后练习..... 20	知识 4 集成电路的识别..... 59
项目 2 线性电子元件的识别与检测技能训练 21	项目小结..... 64
项目要求..... 21	课后练习..... 64
项目实施..... 21	项目 4 电子元件的焊接技能训练 65
项目相关知识与操作..... 22	项目要求..... 65
知识 1 电阻器..... 22	项目实施..... 66
操作 1 电阻器实际测量操作..... 30	项目相关知识..... 66
技能与技巧..... 31	知识 1 手工锡焊..... 66
知识 2 电容器..... 32	知识 2 手工拆焊..... 73
操作 2 电容器实际测量操作..... 38	知识 3 工厂锡焊..... 75
技能与技巧..... 39	技能与技巧..... 77
知识 3 电感器和变压器..... 40	项目小结..... 78
操作 3 电感器实际测量操作..... 44	课后练习..... 78
项目小结..... 46	
课后练习..... 46	



项目5 电子材料的识别与元器件装接

技能训练 79

项目要求 79

项目实施 80

项目相关知识 80

知识1 安装导线与绝缘材料 80

知识2 印制电路板 84

知识3 焊接材料 86

知识4 磁性材料与粘接材料 91

知识5 导线装配前的加工 95

知识6 电子元器件装配前的加工 100

知识7 常用电子元器件的装配 103

知识8 压接、绕接、胶接和螺纹

联接 106

技能与技巧 109

项目小结 110

课后练习 110

项目6 电子电路图的读图技能

训练 111

项目要求 111

项目实施 111

项目相关知识 112

知识1 电子电路图的基本知识 112

知识2 电子电路图的读图步骤和

查找元器件资料的途径 119

知识3 实际电子产品电路图的

分析 122

技能与技巧 126

项目小结 126

课后练习 126

项目7 电子电路的调试维修技能

训练 128

项目要求 128

项目实施 128

项目相关知识 129

知识1 电子电路的调试设备与调试

内容 129

知识2 电子电路的调试方法与

内容 132

技能与技巧 139

项目小结 140

课后练习 140

项目8 表面安装技术(SMT)技能

训练 141

项目要求 141

项目实施 141

项目相关知识 144

知识1 电子产品的表面安装

技术 144

知识2 表面安装元器件及其

材料 147

项目小结 157

课后练习 157

项目9 电子技能综合训练项目 158

训练项目1 超外差式收音机的装

配与调试 158

训练项目2 MF-47型指针式万用表

的装配与调试 168

训练项目3 充电器和稳压电源两

用电路的装配与调试 174

训练项目4 集成电路扩音机的装

配与调试 180

训练项目5 正弦波信号发生器的

装配与调试 185

训练项目6 荧光灯电子镇流器的

装配与调试 189

训练项目7 摩托车防盗报警器的

装配与调试 194

训练项目8 声光两控延时电路的

装配与调试 198

训练项目9 数字万用表的装配与

调试 201



训练项目 10	8 路竞赛抢答器的装 配与调试.....	205
训练项目 11	数字电子钟的装配与	

调试.....	209
训练项目 12 黑白电视机的装配与 调试.....	213

项目1

常用测试仪器仪表的使用技能训练

项目要求

通过对各种常用仪器仪表的实际使用,要求学生掌握使用万用表、示波器、信号发生器、毫伏表和直流稳压电源的操作方法,为检测电子元器件做好准备。

【知识要求】

- (1) 掌握万用表的种类、用途与特点。
- (2) 掌握示波器的种类、用途与特点。
- (3) 掌握信号发生器的种类、用途与特点。
- (4) 掌握毫伏表的种类、用途与特点。
- (5) 掌握直流稳压电源的用途与特点。

【技能要求】

- (1) 掌握万用表的操作方法。
- (2) 掌握示波器的操作方法。
- (3) 掌握信号发生器的操作方法。
- (4) 掌握毫伏表的操作方法。
- (5) 掌握直流稳压电源的操作方法。



项目实施

【项目实施器材】

- | | |
|---------------------|--------|
| (1) 指针式万用表和数字式万用表 | 1 台/组。 |
| (2) 低频信号发生器和高频信号发生器 | 1 台/组。 |
| (3) 双踪示波器 | 1 台/组。 |
| (4) 毫伏表 | 1 台/组。 |
| (5) 直流稳压电源 | 1 台/组。 |

【项目实施步骤】

1. 示波器、信号发生器和毫伏表的综合使用

将示波器、信号发生器和毫伏表联合起来运用,可以很快达到熟练操作这些仪器的目的,再将一台电视机的信号作为信号源,就可以进行综合测试了。测量内容和步骤如下。

(1) 正弦波信号的测量。

① 将低频信号发生器的输出端与示波器的 y 轴输入端相连。

② 开机后,调节信号发生器的输出频率和与电压值如表 1.1 所示,使用电子毫伏表进行监测。同时调节示波器,使屏幕上显示出稳定的正弦波形,测量出正弦波的幅度和周期,把测量数据填入表 1.1 中。

表 1.1 正弦波信号的测量数据

低频信号发生器的输出		50Hz	100Hz	500Hz	1kHz	5kHz	10kHz	500kHz	800kHz	1MHz
		0.5V	1V	1V	2V	2V	3V	4V	5V	6V
电子毫伏表的测量值										
示波器测量值	“V/div 挡级”									
	读数 (div)									
	V_{P-P}/V									
	V_{rms}									
示波器测量值	“t/div 挡级”									
	读数 (div)									
	周期									

(2) 用李萨茹图形测量信号的频率。

① 将作为标准信号源的低频信号发生器接入示波器的 x 通道,把作为被测信号源的信号发生器接入示波器的 y 通道。

② 调节作为标准信号源的信号发生器,使之输出频率分别为 50Hz、500Hz、1kHz、3kHz,再相应地调节作为被测信号源的信号发生器,调节示波器使屏幕上显示出稳定的李萨茹图形。

③ 画出相应的李萨茹图形,算出被测量信号频率值,填入表 1.2 中。

表 1.2 用李萨茹图形法测量正弦波频率

标准信号源频率	50Hz	500Hz	1kHz	3kHz
李萨茹图形				
m 值				



续表

标准信号源频率	50Hz	500Hz	1kHz	3kHz
n 值				
被测信号源频率				

(3) 使用示波器观测电视机电路的波形。

① 将电视机电路板置于实验台上, 通电后使其正常工作。

② 将电视机关闭后, 在老师的指导下, 将待测量点与示波器连接。

③ 将示波器和电视机都开机, 调节示波器使图形稳定, 分别观测电视机的行振荡波形和场输出波形, 记录被测量点的波形形状, 计算出该波形的频率。

④ 把观测到的电视机行振荡波形和场输出波形与电视机原理图上的波形进行比较。

2. 直流稳压电源和万用表的综合使用

(1) 用万用表测量直流稳压电源的输入电压值和输出电压值。

① 将直流稳压电源通电预热。

② 调节直流稳压电源面板上的输出旋钮, 使其输出电压为某个预定值(如 12V)。

③ 测量直流稳压电源的输入电压(将万用表置于 AC 250V 挡)和输出电压值(将万用表置于 DC 50V 挡)。

④ 改变直流稳压电源的输出电压, 再用万用表测量。

(2) 按照表 1.3 所示, 将直流稳压电源的电压输出调节到表中各个值, 分别用指针式万用表和数字式万用表测量, 将测得数据填入表 1.3 中, 并进行误差原因分析。

表 1.3

直流稳压电源输出值

直流稳压电源输出电压	3.0V	6.0V	9.0V	12.0V
指针式万用表测量数值				
数字式万用表测量数值				
误差值				
误差原因分析				

项目相关知识

在元件检测、电子整机组装和调试电子产品的过程中, 不可避免地要用到许多检测用的仪器仪表, 正确使用各种测量仪器, 是从事电子产品制造和维修工作的技术人员必须掌握的技能。

知识 1 万用表的使用

万用表是一种应用最广泛的测量仪器, 可以用来测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和晶体管直流电流放大系数等物理量。根据测量原理及测量结果显示方式的不同, 万用表分为两大类: 模拟式(指针)万用表和数字式万用表。

1.1.1 指针式万用表

在工厂中一般都使用 MF500 型万用表, 其外形如图 1.1 所示。MF500 型万用表以其测量范围



广、测量精度高、读数准确,被电子技术人员和电工技术人员所推崇。

MF-47 型万用表则是一款便携式的多量程万用电表,在一般的无线电爱好者中得到广泛使用。

1. MF-47 型万用表的主要功能及技术指标

MF-47 型万用表是常用的磁电式、整流式、便携式、多量程万用电表,可以测量直流电流、交流电压、直流电压、直流电阻等,具有 26 个基本量程,还具有测量信号电平、电容量、电感量、晶体管直流参数等 7 个附加量程。

MF-47 型万用表的表盘如图 1.2 所示,其技术指标如下。

直流电压: $0 \sim 0.25\text{V} \sim 1\text{V} \sim 10\text{V} \sim 50\text{V} \sim 250\text{V} \sim 500\text{V} \sim 1000\text{V}$ 。

交流电压: $0 \sim 10\text{V} \sim 50\text{V} \sim 250\text{V} \sim 500\text{V} \sim 1000\text{V} \sim 2500\text{V}$ 。

直流电流: $0 \sim 50\mu\text{A} \sim 0.5\text{mA} \sim 5\text{mA} \sim 50\text{mA} \sim 500\text{mA} \sim 5\text{A}$ 。

电阻: $0 \sim 2\text{k}\Omega \sim 20\text{k}\Omega \sim 200\text{k}\Omega \sim 2\text{M}\Omega \sim 40\text{M}\Omega$ 。

音频电平: $-10 \sim +22\text{dB}$ 。

h_{FE} : $0 \sim 300$ 。

电感: $20 \sim 1000\text{H}$ (50Hz)。

电容: $0.001 \sim 0.3\mu\text{F}$ 。



图 1.1 MF500 型万用表的外形图

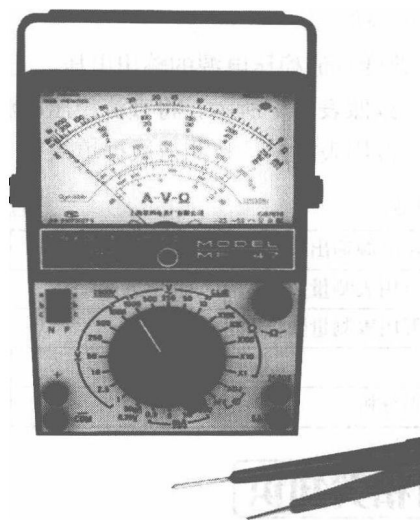


图 1.2 MF-47 型万用表的表盘图

2. MF-47 型万用表的使用方法

(1) 机械调零

使用前必须调节表盘上的机械调零螺丝,使表针指准零位。

(2) 插孔选择

红表笔插入标有“+”符号的插孔,黑表笔插入标有“-”符号的插孔。

(3) 物理量及量程选择

物理量选择就是根据不同的被测物理量将转换开关旋至相应的位置。

合理选择量程的标准是测量电流和电压时,应使表针偏转至满刻度的 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{2}{3}$ 以上;测量电阻

时,应使表针偏转至中心刻度值的 $\frac{1}{10} \sim 10$ 倍。



(4) 各种物理量的测量

① 电压测量：将万用表与被测电路并联测量；测量直流电压时，应将红表笔接高电位、黑表笔接低电位，若无法区分高低电位，应先将一支表笔接稳一端，另一支表笔触碰另一端，若表针反偏，则说明表笔接反；测量高电压（500~2500V）时应戴绝缘手套，站在绝缘垫上进行，并使用高压测试表笔。

② 电流测量：将万用表串联接入被测回路中；测量直流电流时，应使电流由红表笔流入、由黑表笔流出万用表；在测量中不许带电换挡，测量较大电流时应断开电源后再撤表笔。

③ 电阻测量：首先应进行电气调零，即将两表笔短接，同时调节面板上的“欧姆调零旋钮”，使表针指在电阻刻度的零点，若调不到零点，说明万用表内电池电量不足，需要更换电池；断开被测电阻的电源及连接导线进行测量；测量过程中每变换一次量程挡位，应重新进行欧姆调零；测量过程中表笔应与被测电阻接触良好，手不得触及表笔的金属部分，以减少不必要的测量误差；被测电阻不能有并联支路。

④ 音频电平测量：该功能主要用于测量电信号的增益或衰减。测量方法与交流电压的测量方法相同，读数是表面最下边一条刻度线，该刻度数值是量程选择开关在交流“10V”挡时的直接读数值。当交流电压为“50V”、“250V”、“500V”各挡时，测量结果应在表面读数值上分别加上+14dB、+28dB和+34dB。

⑤ 晶体管直流放大倍数（ h_{FE} ）测量：先将转换开关旋至晶体管调节 ADJ 位置进行电气调零，使表针对准 $300h_{FE}$ 刻度线；然后将转换开关旋至 h_{FE} 位置，把被测晶体管插入专用插孔进行测量。N 型管孔插 NPN 型晶体管，P 型管孔插 PNP 型晶体管。

⑥ 电感和电容的测量：将量程选择开关旋至交流 10V 位置，将被测电容或电感串接于任一测试棒，然后跨接于 10V 交流电压电路中进行测量。

(5) 读数

读数时应根据不同的测量物理量及量程，在相应的刻度尺上读出指针指示的数值。另外，读数时应尽量使视线与表面垂直，以减小由于视线偏差所引起的使用误差。

1.1.2 数字万用表

F15B 型数字万用表是一块 $3\frac{3}{4}$ 位数字表，其外形如图 1.3 所示。

1. F15B 型数字万用表的技术指标

F15B 型数字万用表的各种技术指标如下。

直流电压 DCV：200mV ~ 2V ~ 20V ~ 200V ~ 1000V。

交流电压 ACV：200mV ~ 2V ~ 20V ~ 200V ~ 750V。

直流电流 DCA：200μA ~ 2mA ~ 20mA ~ 200mA。

交流电流 ACA：200μA ~ 2mA ~ 20mA ~ 200mA。

电阻 Ω：200Ω ~ 2kΩ ~ 20kΩ ~ 200kΩ ~ 2MΩ ~ 20MΩ。

晶体管放大系数 h_{FE} ：0 ~ 300。

二极管：显示正向导通压降数值。

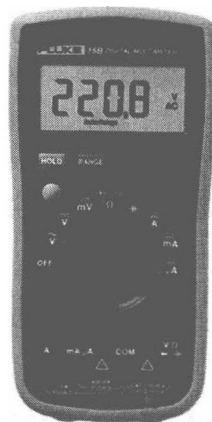


图 1.3 F15B 型数字万用表的外形



线路通断：蜂鸣器提示线路的导通。

附加挡：●DCA：10A；

●ACA：10A。

另外，F15B/17B 型数字万用表还具有自动调零、显示极性、超量程显示和低压指示等功能，并装有快速熔断管、过流保护电路和过压保护电路。

2. F15B 型数字万用表的使用方法

(1) 电压测量

将红表笔插入“V·Ω”插孔，根据所测电压选择合适量程后，将两表笔与被测电路并联即可进行测量。但要注意，不同的量程其测量精度也不同，不能用高量程挡位去测小电压。

(2) 电流测量

将红表笔插入“10A”或“mA”插孔（根据测量值的大小，合理选择量程），将两表笔串联接入被测电路即可进行测量。

(3) 电阻测量

将红表笔插入“V·Ω”插孔，合理选择量程即可进行测量。

(4) 二极管测量

将量程开关拨至二极管挡，红表笔插入“V·Ω”插孔、接二极管正极，黑表笔接二极管负极，若管子正常，则测锗管时应显示 0.150 ~ 0.300V，测硅管时应显示 0.550 ~ 0.700V，此为正向测量；反向测量时，将二极管反接，若管子正常将显示“1”，若管子不正常将显示“000”。

(5) h_{FE} 值测量

根据被测管的类型选择量程开关的“PNP”挡或“NPN”挡，将被测管的 3 个管脚 e、b、c 插入相应的插孔，显示屏上将显示出 h_{FE} 值的大小。

(6) 电路通断的检查

将红表笔插入“V·Ω”插孔，量程开关旋至蜂鸣器挡，让表笔触及被测电路，若表内蜂鸣器发出叫声，则说明电路是通的，反之则不通。

知识 2 示波器的使用

示波器是一种常用的电子测量仪器，可以用来观测各种不同电信号的幅度随时间变化的波形曲线，还可以用来测定各种电量，如电压、电流、频率、周期、相位、失真度等。另外，若配以传感器，示波器还可以对压力、温度、密度、速度、声、光、磁等非电量进行测量。

示波器的种类繁多，根据其用途及特点的不同，可以分为通用示波器、取样示波器、逻辑示波器、记忆与存储示波器等。

1.2.1 数字示波器

UT81A 数字示波器的外形如图 1.4 所示，它采用液晶显示和机械式换挡结构。高级的数字示波器一般采用自动换挡



图 1.4 UT81A 数字示波器的外形



结构或者是按键式切换结构，使用极其方便。

UT81A 数字示波器的技术指标如表 1.4 所示。

表 1.4

UT81A 数字示波器的技术指标

基本功能	量 程	基本精度
直流电压	400mV/4V/40V/400V/1000V	$\pm(0.8\%+8)$
交流电压	4V/40V/400V/750V	$\pm(1\%+15)$
直流电流	400 μ A/4000 μ A/40mA/400mA/4A/10A	$\pm(1\%+8)$
交流电流	400 μ A/4000 μ A/40mA/400mA/4A/10A	$\pm(1.5\%+8)$
电阻	400 Ω /4k Ω /40k Ω /400k Ω /4M Ω /40M Ω	$\pm(1\%+5)$
电容	40nF/400nF/4 μ F/40 μ F/100 μ F	$\pm(3\%+8)$
频率	10Hz ~ 10MHz	$\pm(0.1\%+3)$
垂直精度		$\pm(5\%+1)$
垂直灵敏度	20mV/div ~ 500V/div(1-2-5)	$\checkmark$
水平精度		$\pm(0.01\%+1)$
水平灵敏度	100ns/div ~ 5s/div(1-2-5)	$\checkmark$
实时带宽	8MHz	$\checkmark$
显示分辨率	160 像素 $\times$ 160 像素	$\checkmark$
采样率	40MSa/s	$\checkmark$
占空比	0.1% ~ 99.9%	$\checkmark$
特殊功能		
二极管测试		$\checkmark$
音响通断		$\checkmark$
显示色彩	160 像素 $\times$ 160 像素单色	$\checkmark$
触发模式	自动/正常/单次	$\checkmark$
波形存储/回放		$\checkmark$
对比度, 亮度设置保存		$\checkmark$
测量输入阻抗		$\checkmark$
校偏		$\checkmark$
自动关机		$\checkmark$
低电压显示		$\checkmark$
背光		$\checkmark$
USB 接口		$\checkmark$
最大显示		$\checkmark$
一般特征		
电源	1.5V 电池 (R6) $\times$ 4	
LCD 尺寸	60mm $\times$ 60mm	
机身颜色	红色+铁灰	



续表

基本功能	量 程	基本精度
一般特征		
机身重量	498g	
机身尺寸	200mm×100mm×48mm	
标准配件	说明书、表笔、保修卡、电池、鳄鱼夹、光盘软件、USB 接口线、电源适配器	
可选配件	波形测试探头、探头连接线 BNC	
标准包装	彩盒	
标准包装数量	20 台	
标准包装尺寸	542mm×376mm×388mm	
标准包装箱毛重	25kg	

1.2.2 模拟式示波器

采用阴极射线管作为显示器件的双踪示波器仍然是现在常用的示波器,有多种型号可供选用,但操作方法基本上是一样的。图 1.5 所示为现在常用的 YB-4320 双踪四线示波器的外形面板图。

YB-4320 型双踪四线示波器的主要技术指标如表 1.5 所示。

表 1.5 YB-4320 型双踪四线示波器的主要技术指标

项 目	技 术 指 标
频率响应	DC: 0 ~ 20Hz (-3dB) AC: 20Hz ~ 20MHz (-3dB)
输入阻抗	1M Ω /30pF $\pm$ 5%
输入耦合方式	AC、GND、DC
可输入最高电压	直接输入 250V (直流 + 交流峰值) 时, 探头衰减挡位放在 $\times 1$ 位置; 直接输入 400V (直流 + 交流峰值) 时, 探头衰减挡位放在 $\times 10$ 位置
校正方波信号	频率: 1kHz $\pm$ 2% 幅度: 0.5V $\pm$ 2%
y 轴输入方式	Y1、Y2、交替、断续、相加
触发方式	常态、自动、峰值
触发源选择	内、外、电源、极性
电源电压	220 (1 $\pm$ 10%) V 频率: 50 (1 $\pm$ 5%) Hz

1. 双踪示波器的基本操作方法

使用双踪示波器测量信号可按照 3 个基本步骤进行: 基本调节、显示校准和信号测量。

(1) 测量信号前的基本调节

这个步骤的目的是要使示波器出现良好的扫描基准线。

开启电源, 经过约 15s 的预热后, 调节“辉度”和“聚焦”旋钮, 使扫描基线亮度适中, 聚焦良好。再调节“水平位移”和“垂直位移”旋钮, 使基线位于屏幕的中间位置。若基线与水平刻度线不平行而是有夹角, 可以用螺丝刀调节“光迹旋转”电位器, 使基线与水平刻度线重合。

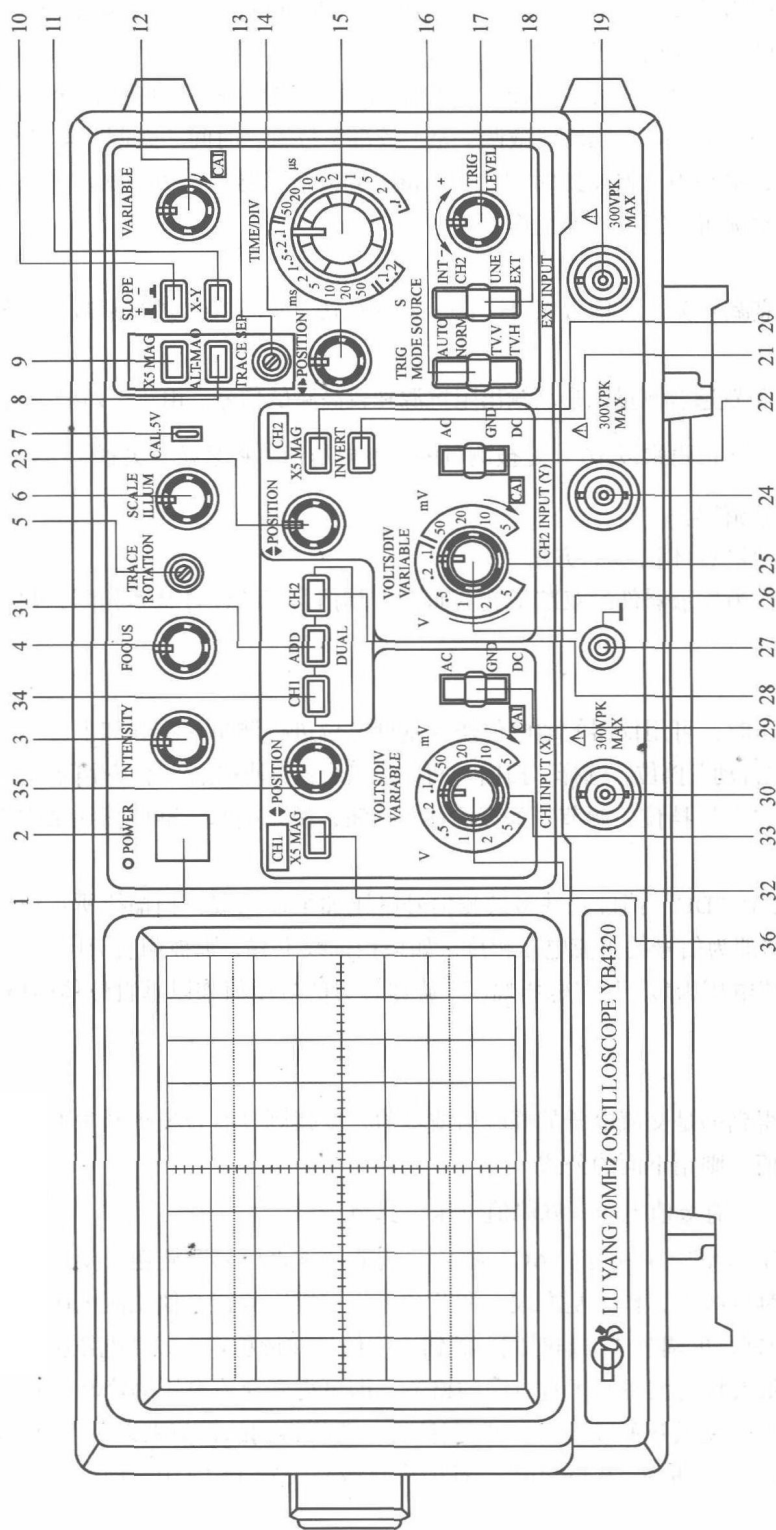


图 1.5 YB-4320 双踪四线示波器的面板图

1—电源开关, 用于控制电源的通断 2—电源指示 3—辉度, 用于调节扫描光迹的亮度 4—聚焦, 用于调节扫描光迹的清晰度 5—光迹旋转, 用于调节扫描线与屏幕水平刻度的平行度 6—刻度照明控制按钮, 用于调节屏幕亮度 7—校正信号输出, 该端输出仪器内电路产生的频率为 1000Hz、幅度为 0.5V 的方波信号, 用于校准示波器的读数 8—扩展按钮 9—扩展控制按钮 10—触发极性按钮 11—“X-Y”控制按钮 12—外扫描信号微调控制按钮 13—光迹控制按钮 14—水平位移 15—扫描时间因数选择开关 16—触发方式选择 17—触发电平按钮 18—触发电源选择开关 19—外触发输入插座 20—通道 2 垂直扩展按钮 21—通道 2 极性开关 22—垂直输入耦合选择开关 23—通道 2 垂直位移 24—通道 2 输入端 25—通道 2 垂直微调按钮 26—通道 2 衰减器开关 27—接地端 28—通道 2 显示选择开关 29—通道 1 垂直输入耦合选择开关 30—通道 1 输入端 31—双通道显示选择开关 32—通道 1 衰减器开关 33—通道 1 垂直微调按钮 34—通道 1 显示选择开关 35—通道 1 垂直位移 36—通道 1 垂直扩展按钮



(2) 测量信号前的显示校准

这个步骤的目的是要使扫描线的长度代表准确的时间值,使扫描线的高度代表准确的电压值。利用示波器内的标准信号源可以完成校准工作。

将欲输入信号的通道探头(如 Y1)接到“校准”的输出端,“电压幅度”旋钮调至“0.5V/格”,“扫描时间”旋钮调至“0.5ms/格”,幅度“微调”至“校准”位置,时间“微调”至“校准”位置,屏幕上应出现高1格、水平为2格(此时周期为1ms)的方波信号。若方波所占的格数不符,就应调节垂直和水平增益旋钮,完成校准工作。

(3) 信号的测量

仪器上附带的探头上有衰减开关。将信号以1:1($\times 1$)或10:1($\times 10$)进行衰减,以便于对不同信号进行测量。

将衰减开关置于“ $\times 10$ ”位置适合测量来自高输出阻抗源和较高频的信号。由于“ $\times 10$ ”位置将信号衰减到 $\frac{1}{10}$,因此读出的电压值再乘以10才是被测量的实际电压值。将衰减开关置于“ $\times 1$ ”位置适合测量低输出阻抗源的低频信号。

2. 使用模拟式示波器测量具体信号的方法

对于各种用阴极射线管作为显示器件的双踪示波器而言,其挡位开关设置基本相同,都可以按照下面的操作方法来原因。

(1) 直流电压的测量

在被测信号中有直流电压时,可用仪器的地电位作为基准电位进行测量,步骤如下。

置“扫描方式”开关于“自动”挡位,选择“扫描时间”旋钮位置,使扫描线不发生闪烁为好。

置“DC/ $\perp$ /AC”开关于“ $\perp$ ”挡位,调节“垂直位移”旋钮,使扫描基线准确落在某水平刻度线上,作为0V基准线。

再置“DC/ $\perp$ /AC”开关于“DC”挡位,并将被测信号电压加至输入端,扫描线所示波形的中线与0V基准线的垂直位移即为信号的直流电压幅度。如果扫描线上移,则被测直流电压为正;如果扫描线下移,则被测直流电压为负。用“电压幅度”旋钮位置的电压值乘以垂直位移的格数,即可得到直流电压的数值。

(2) 交流电压的测量

用示波器测量交流电压得到的是交流电压的峰峰值或峰值,要得到其有效值须经过换算。例如,要求正弦波信号的有效值,则用下面的公式

$$\text{有效值电压} = \text{峰峰值电压} \div 2\sqrt{2} \quad (1.1)$$

操作步骤如下:置“DC/ $\perp$ /AC”开关于“AC”挡位,调节“垂直位移”旋钮,使扫描基线准确地落在屏幕中间的水平刻度线上,作为基准线。调节“电压幅度”旋钮,使交流电压波形在垂直方向上占4~5个格数为好;再调节“扫描时间”旋钮,使信号波形稳定。以“电压幅度”旋钮位置的标称值乘以信号波形波峰与波谷间垂直方向的格数,即可得到交流电压的峰峰值。

需要注意的是,当探头上的衰减开关置于“ $\times 10$ ”挡位时,要将得到的数值乘以10才是真正的电压值。若仪器“电压幅度”旋钮为“0.1V/div”,且探头衰减开关置于“ $\times 10$ ”挡位,则被测量信号的电压峰峰值为

$$V_{P-P} = 0.1\text{V/div} \times 3.6\text{div} \times 10 = 3.6\text{V}$$

(3) 时间的测量