



高职高专机电类专业规划教材

# 电子技术 实训教程

熊再荣 主编

卢冬梅 副主编

DIANZI  
JISHU  
SHIXUN JIAOCHENG



化学工业出版社

高职高专机电类专业规划教材

# 电子技术实训教程

熊再荣 主 编

卢冬梅 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是以教育部制定的《高职高专教育电工电子技术课程教学要求》为依据,根据高等职业技术教育对实验、实训教学的需要而编写的。内容包括电子技术实训基础、模拟电子技术实训项目八个和数字电子技术实训项目七个。附录中列出了集成逻辑门电路新、旧图形符号对照和部分集成电路引脚排列。

本书可作为高职高专院校电气自动化类、电子信息类、机电一体化等专业电子技术课程实验与实训环节配套教材,也可作为中等职业学校的同类课程实验、实训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

电子技术实训教程/熊再荣主编. —北京:化学工业出版社, 2012. 8

高职高专机电类专业规划教材

ISBN 978-7-122-14906-0

I. ①电… II. ①熊… III. ①电子技术-高等职业教  
育-教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 163505 号

---

责任编辑:刘 哲 洪 强 张建茹  
责任校对:宋 玮

装帧设计:王晓宇

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 7 字数 147 千字 2012 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:15.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

实训教学是高等职业技术学院培养技能型应用人才的重要环节，对学生分析问题和解决问题能力的培养具有其他教学环节不可替代的重要作用。本书是根据《实用电子技术基础》、《电工学与电子技术基础》课程教学大纲的要求而编写的。

全书包括四个部分。第一部分为电子实训基础，介绍了 XK-TAD8A 型电子技术实训装置、信号发生器，数字示波器及数字万用表。第二部分为模拟电子技术基础实训，内容包括元器件的检测、常用电子仪器的使用、放大电路的测试、功率放大及电源电路。第三部分为数字电路的基础实训，内容包括门电路、触发器、计数器、555 定时器等。第四部分为附录，列出了集成逻辑门电路新旧图形符号对照以及部分集成电路的引脚排列。实训项目共十五个，内容兼顾课堂教学知识点与实训重点难点，并将预习考核的内容以填空、选择等题目形式，填充到每一个实训项目中，便于学生检测自己的预习情况。本书可以作为实验、实训指导书，也可以作为一体化教材。

本书由熊再荣主编，卢冬梅副主编，王明慧主审，李秉玉、刘涌参与部分实训项目的编写。在出版过程中得到了学院教材中心虞天国老师的大力帮助，在此表示感谢！

限于编者的学识水平，本书难免有不妥之处，敬请使用者批评指正。

编 者  
2012 年 6 月

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一章 电子实训基础               | 1  |
| 第一节 实训须知                 | 1  |
| 一、电子实训的目的与要求             | 1  |
| 二、实训的基本过程                | 1  |
| 三、实训中的操作规范               | 2  |
| 四、常见故障检查方法               | 3  |
| 第二节 实训仪器                 | 4  |
| 一、XK-TAD8A 型电子技术实训装置简介   | 4  |
| 二、优利德 UTG9002C 函数信号发生器简介 | 7  |
| 三、DS1022C 数字示波器的使用简介     | 9  |
| 四、UT58A 型数字万用表使用简介       | 13 |
| 第二章 模拟电路                 | 17 |
| 项目一 电子元器件的检测             | 17 |
| 项目二 常用电子仪器的使用与测量         | 22 |
| 项目三 单管放大电路的组装与测试         | 25 |
| 项目四 负反馈放大器               | 30 |
| 项目五 集成运算放大器的基本应用         | 34 |
| 项目六 OTL 功率放大器            | 41 |
| 项目七 集成功率放大器              | 46 |
| 项目八 整流、滤波与并联稳压电路         | 48 |
| 第三章 数字电路                 | 52 |
| 数字电路实训基本知识               | 52 |
| 项目九 TTL 逻辑门电路和组合逻辑电路     | 55 |
| 项目十 半加器、全加器及数据选择器        | 60 |
| 项目十一 触发器                 | 66 |
| 项目十二 计数器及应用              | 73 |
| 项目十三 移位寄存器及其应用           | 78 |
| 项目十四 计数、译码与显示            | 83 |
| 项目十五 555 定时电路及其应用        | 89 |

附录 ..... 94

    附录一 集成逻辑门电路新、旧图形符号对照 ..... 94

    附录二 集成触发器新、旧图形符号对照 ..... 95

    附录三 部分集成电路引脚排列 ..... 96

参考文献..... 106

# 第一章 电子实训基础

## 第一节 实训须知

### 一、电子实训的目的与要求

#### 1. 实训目的

- ① 配合课堂教学内容，验证、巩固和加深理解所学的理论知识。
- ② 熟悉电子线路中常用元器件的性能和使用。
- ③ 能正确使用常用的电子仪器，熟悉电子线路的测量技术和调试方法。
- ④ 培养学生理论联系实际能力，分析和解决电子线路的故障以及整理实训数据，书写实训报告的能力。

#### 2. 实训要求

- ① 能读懂基本电子电路图，具有分析电路作用或功能的能力。
- ② 具有设计、组装和调试基本电子电路的能力。
- ③ 具有合理选用元器件并构成小系统电路的能力。
- ④ 具有分析和排除基本电子电路一般故障的能力。
- ⑤ 掌握常用电子测量仪器的选择与使用方法，以及各类电路性能的基本测试方法。
- ⑥ 能够独立拟定基本电路的实训步骤，写出严谨、有理论分析、实事求是、文字通顺和字迹端正的实训报告。

### 二、实训的基本过程

完成每一个实训，应做好实训预习、实训记录和实训报告等环节。

#### 1. 实训预习

认真预习是做好实训的关键，预习好坏，不仅关系到实训能否顺利进行，而且直接影响实训效果。在每次实训前，首先要认真复习有关实训的基本原理，掌握有关器件的使用方法，对如何着手实训做到心中有数，通过预习还应做好实训前的准备，写出一份预习报告，其内容包括以下方面。

- ① 绘出设计好的实训电路图。对于数字电路实训，该图应该是逻辑图和连线图的混合，既便于连接线，又反映电路原理，并在图上标出器件型号、使用的引脚号及元件

数值，必要时还须用文字说明。

- ② 拟定实训方法和步骤。
- ③ 拟好记录实训数据的表格和波形坐标。
- ④ 列出元器件单。

## 2. 实训记录

实训记录是实训过程中获得的第一手资料，测试过程中所测试的数据和波形必须和理论基本一致，所以记录必须清楚、合理、正确，若不正确，则要现场及时重复测试，找出原因。实训记录应包括如下内容。

- ① 实训任务、名称及内容。
- ② 实训数据和波形，以及实训中出现的现象，从记录中应能初步判断实训的正确性。
- ③ 记录波形时，应注意输入、输出波形的时间相位关系，在坐标中上下对齐。
- ④ 实训中实际使用的仪器型号和编号以及元器件使用情况。

## 3. 实训报告

实训报告是培养学生科学实训的总结能力和分析思维能力的有效手段，也是一项重要的基本功训练，它能很好地巩固实训成果，加深对基本理论的认识和理解，从而进一步扩大知识面。

实训报告是一份技术总结，要求文字简洁、内容清楚、图表工整。报告内容应包括实训目的、实训内容和结果、实训使用仪器和元器件以及分析讨论等，其中实训内容和结果是报告的主要部分，它应包括实际完成的全部实训，并且要按实训任务逐个书写，每个实训任务应有如下内容。

① 实训课题的方框图、逻辑图（或测试电路）、状态图、真值表以及文字说明等。对于设计性课题，还应有整个设计过程和关键的设计技巧说明。

② 实训记录和经过整理的数据、表格、曲线和波形图。其中表格、曲线和波形图应充分利用专用实训报告简易坐标格，并且应用三角板、曲线板等工具描绘，力求画得准确，不得随手示意画出。

③ 实训结果分析、讨论及结论。对讨论的范围没有严格要求，一般应对重要的实训现象、结论加以讨论，以便进一步加深理解。此外，对实训中的异常现象，可作一些简要说明，实训中有何收获，可谈一些心得体会。

## 三、实训中的操作规范

实训中操作的正确与否对实训结果影响甚大，因此，实训者需要注意按以下规程进行。

① 动手实训之前应对所用的实训电路板仔细检查，并熟悉元件的安装位置，以便实训时能迅速、准确地找到测量点。

② 实训桌上的各种仪器应整齐摆放在恰当的位置上，以便有利于实训的顺利进行。

③ 搭接电路时，应遵循正确的布线原则和操作步骤（即要按照先接线后通电，做完后，先断电再拆线的步骤）。

④ 读测数据和调整仪器要仔细认真。注意爱护仪器，仪器上的开关旋钮要小心扳动，切勿用力过猛。

⑤ 掌握科学的调试方法，有效地分析并检查故障，以确保电路工作稳定可靠。

⑥ 仔细观察实训现象，完整、准确地记录实训数据并与理论值进行比较分析。

⑦ 实训完毕，经指导教师同意后，可关断电源，拆除连线，整理好放在原位，并将实训台清理干净、摆放整洁。

#### 四、常见故障检查方法

实训中，如果电路不能完成预定的功能时，就称电路有故障。产生故障的原因大致可以归纳为以下四个方面：

① 操作不当（如布线错误等）；

② 设计不当（如电路出现险象等）；

③ 元器件使用不当或功能不正常；

④ 仪器（主要指实训工作台）和元件本身出现故障。

因此，上述四点应作为检查故障的主要线索，以下介绍几种常见的故障检查方法。

##### 1. 查线法

由于在实训中大部分故障都是由于布线错误引起的，因此，在故障发生时，复查电路连线为排除故障的有效方法。应着重注意：有无漏线、错线，导线与插孔接触是否可靠，集成电路是否插牢，集成电路是否插反等。

##### 2. 观察法

用万用表直接测量  $V_{CC}$  端是否加上电源电压，输入信号、时钟脉冲等是否加到实训电路上，观察输出端有无反应。重复测试，观察故障现象，然后对某一故障状态，用示波器或万用表测试各输入/输出端的信号或直流电平，从而判断出是否是插座板、元件引脚连接线等原因造成的故障。

##### 3. 信号注入法

在电路的每一级输入端加上特定信号，观察该级输出响应，从而确定该级是否有故障。必要时可以切断周围连线，避免相互影响。

##### 4. 信号寻迹法

在电路的输入端加上特定信号，按照信号流向逐线检查是否有响应和是否正确，必

要时可多次输入不同信号。

### 5. 替换法

数字电路实训中,对于多输入端器件,如有多余端,则可调换另一输入端试用。必要时可更换器件,以检查器件功能不正常所引起的故障。

### 6. 动态逐线跟踪检查法

对于时序电路,可输入时钟信号,按信号流向依次检查各级波形,直到找出故障点为止。

### 7. 断开反馈线检查法

对于含有反馈线的闭合电路,应该设法断开反馈线进行检查,或进行状态预置后再进行检查。

需要强调指出,实训经验对于故障检查是大有帮助的,只要充分预习,掌握基本理论和实训原理,就不难用逻辑思维的方法较好地判断和排除故障。

## 第二节 实训仪器

### 一、XK-TAD8A 型电子技术实训装置简介

此实训装置由模拟电路实训区、数字电路实训区和电源仪表区三部分组成。

#### 1. 模拟电路实训区

采用集中分散模块实训区方式,建有元件区及实训扩展区,并在线路实训区印有相应的实训原理图,可根据不同的实训要求,采用弹簧叠插导线连接成相应的实训电路,完成所需的实训内容。

该部分由一块大型单面敷铜印刷线路板组成,其正面印有清晰的各部件和元器件的图形、线条和字符,反面则是其相应的实际元器件。其结构如图 1-2-1 所示。

① 400 多个自锁紧式、防转、叠插式插座。它们与集成电路插座、镀银针管插座以及其他固定器件、线路等,已在印刷板面连接好。正面板上有黑线条连接的地方,表示反面(即印刷线路板面)已接好。这类插件,其插头与插座之间的导电接触面很大,接触电阻极其微小。在插头插入后略加旋转,即可获得极大的轴向锁紧力;拔出时,只要反方向略加旋转,即可轻轻地拔出,无需任何工具便可快捷地插拔。同时,插头与插头之间可以叠插,从而可形成立体布线空间,使用起来极为方便。

② 200 多根镀银长紫铜针管插座。这些插座供实训时插小型电位器、电阻、电容、三极管及其他电子器件之用(它们与相应的锁紧插座已在印刷线路板面连通)。

③ 各类电子元器件若干。板的反面装接有与正面丝印相对应的电子元器件,如三

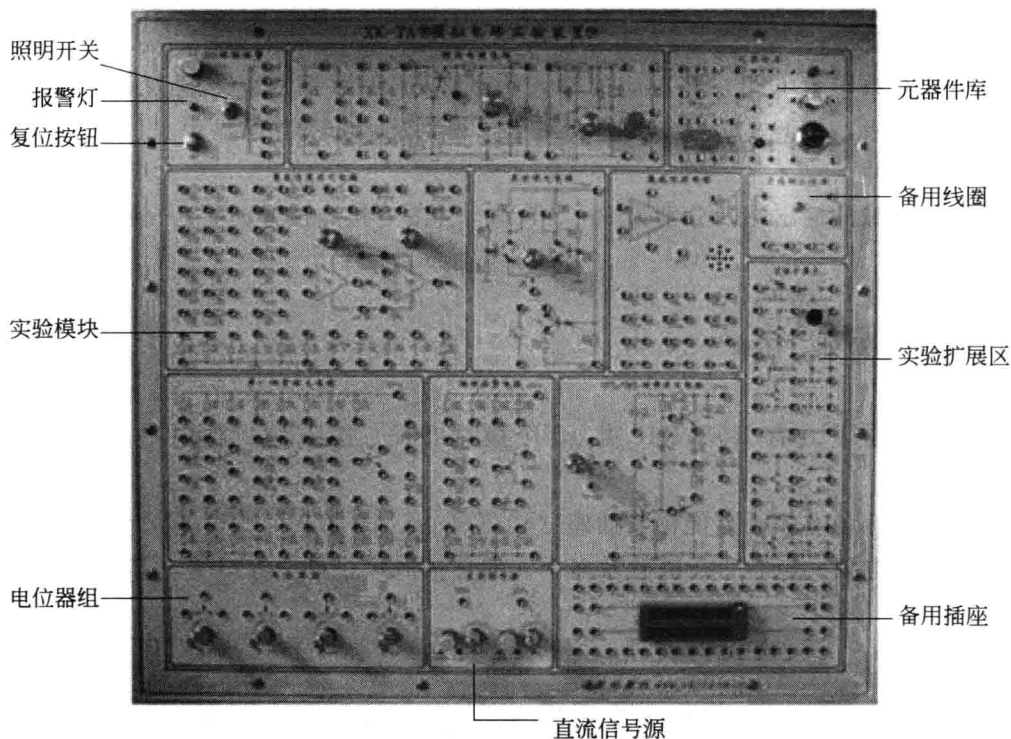


图 1-2-1 模拟电路实训区

端集成稳压块 LM317、7812、7912 各 1 只，晶体三极管 9013、8050 和 8550 若干，以及场效应管 3DJ6F、单结晶体管 BT33、晶闸管 3CT3A、二极管、功率电阻、电容等元器件。

④ 可调电位器 ( $1\text{k}\Omega$ 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $100\text{k}\Omega$ 、 $680\text{k}\Omega$  各 1 只)，以及继电器、蜂鸣器 (Buzz)、12V 信号灯、发光二极管 (LED)、扬声器 ( $0.25\text{W}$ ， $8\Omega$ )、6MHz 和 32768Hz 石英晶振各 1 只，按钮和开关等。

⑤ 实训电路图。该实训线路板上设置了 6 幅实训电路图，其元器件及各元器件之间的连线基本上设计在实训线路板上。使用时，只需稍加连线，即能做出晶体管共射极单管放大器、两级放大器、负反馈放大器、射极输出器、场效应管放大器、集成运算放大器、差动放大器、RC 串并联选频网络振荡器、功率放大器、稳压电路等实训电路。

⑥ 低压交流源：0—6V—10V—15V (15V 具备短路报警功能)、双 0—17V。

⑦ 其他。本实训箱还提供充足的长短不一的实训专用连线 1 套。

## 2. 数字电路实训区

### (1) 信号源

面板上有 9 个频率输出点，分别为 4MHz、2MHz、1MHz、100kHz、10kHz、1kHz、100Hz、10Hz、1Hz，可用作信号源。

### (2) 指示灯

L0~L15 共 15 个指示灯，可作为输出指示。当输出为高电平时指示灯亮。

### (3) 数码管

板上共有数码管 6 个，其对应的输入为 8421 码的数据线，分别为 D、C、B、A，数码管为共阴极，用 D、C、B、A 进行编码，得到从“0~9”的显示。

### (4) 单脉冲

板上有单脉冲输出端，分别为 P+、P-。当按下相应按键时，P+ 由低变高，P- 由高变低。

### (5) 电源

除+5V 电源外，还有-5V 和 12V。

### (6) 开关

在箱子的右下方有 K0~K15 共 15 个拨动开关。拨下输出低电平，拨上输出高电平。

实训扩展区备有多个万能锁紧插座（40 芯 4 个、16 芯 3 个、14 芯 2 个），44 芯 ISP 编插座一个，电阻、电容、三极管及多个元器件扩展口、电位器组等。其结构如图 1-2-2 所示。

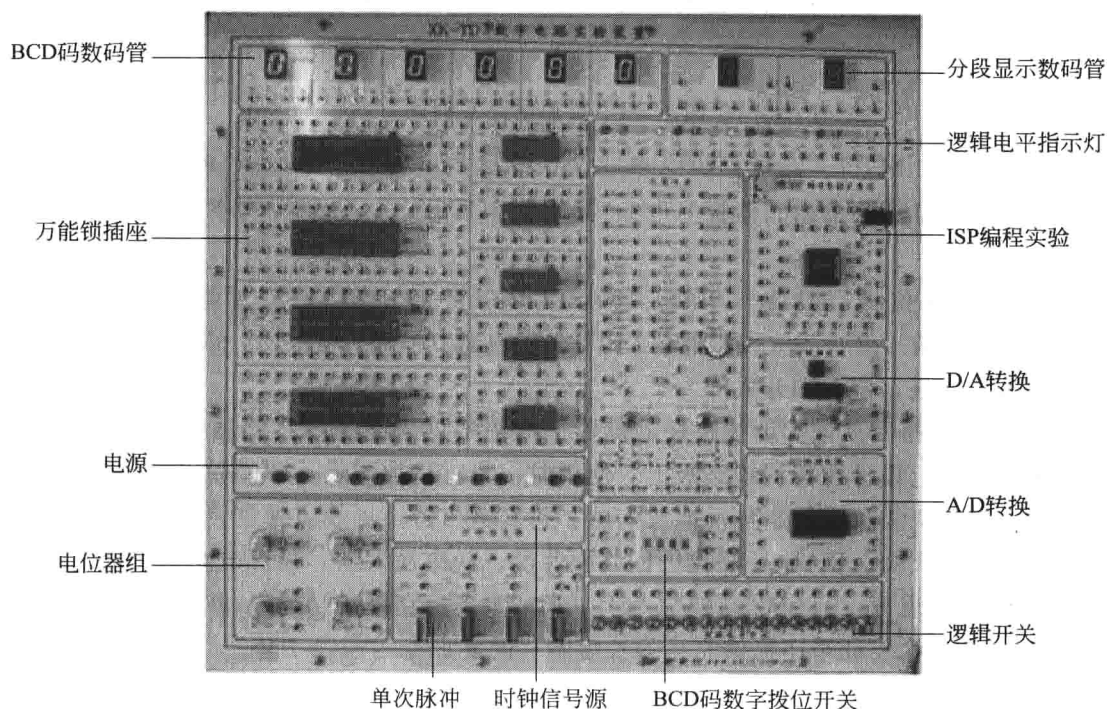


图 1-2-2 数字电路实训区

## 3. 电源仪表区

该区结构如图 1-2-3 所示。

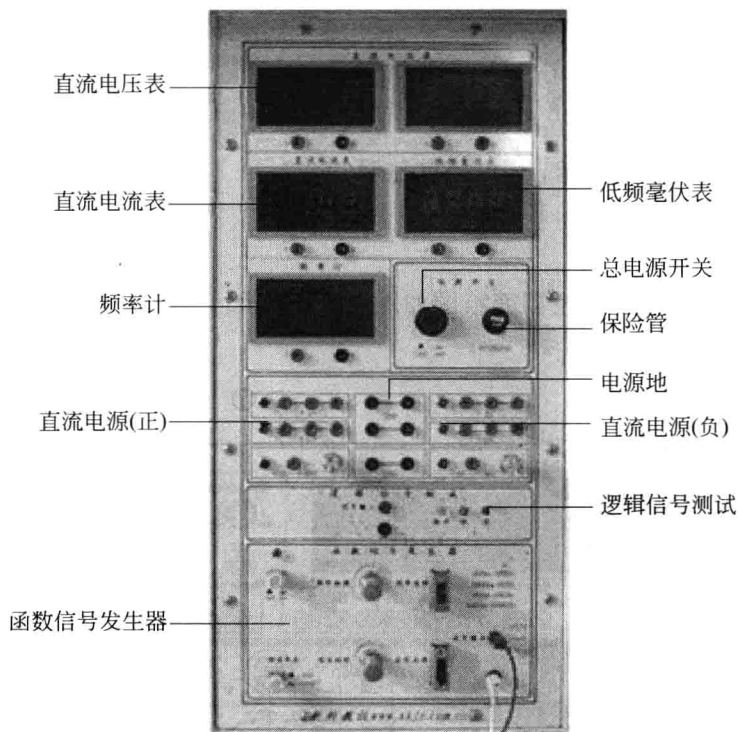


图 1-2-3 电源仪表区

配置如下。

① 直流稳压电源： $\pm 5\text{V}$ 、 $\geq 1\text{A}$ ； $\pm 12\text{V}$ 、 $\geq 0.5\text{A}$ ； $\pm 3\sim 30\text{V}$ 、 $\geq 0.5\text{A}$ （连续可调）。

② 函数信号发生器：输出方波、三角波、正弦波三种不同波形，由波段开关进行控制。信号的频率分四挡，在  $20\text{Hz}\sim 100\text{kHz}$  连续可调，输出信号幅度大小约  $5\text{V}$ ，由输出调节旋钮进行调节，并配有输出衰减按钮  $0\text{dB}$  和  $20\text{dB}$ ，此按钮没有按下时，信号无衰减输出，按下此衰减按钮，信号将衰减  $20\text{dB}$ ，即 10 倍输出。

③ 测试仪表：数显式直流电压表 2 块、数显式直流电流表 1 块、数显示交流毫伏表 1 块、数显式  $1\text{MHz}$  频率计 1 块、三态逻辑测试笔 1 个。

**注意** 频率计使用时，对信号的幅度有要求，测试时如无频率显示，应增大信号幅度，直到稳定显示。

## 二、优利德 UTG9002C 函数信号发生器简介

信号发生器是指能产生测试信号的仪器，又称信号源，可用于测试或检修各种电子仪器设备中的低频放大器的频率特性、增益、通频带，也可用作高频信号发生器的外调制信号源。

### 1. UTG9002C 函数信号发生器基本工作特性指标

波形：正弦波，方波，三角波，脉冲波，锯齿波等。

工作频率范围：0.2Hz~2MHz

幅度（最大）：25V<sub>pp</sub>

功率： $\geq 3W_{pp}$

衰减器：20dB、40dB、20dB+40dB

LED 显示：4 位频率显示，3 位幅度显示。

## 2. 面板说明

UTG9002C 函数信号发生器面板图如图 1-2-4 所示。

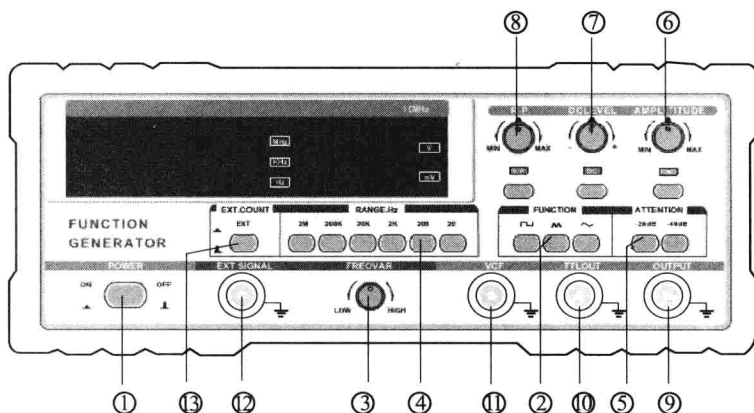


图 1-2-4 UTG9002C 面板图

说明如下。

- ① 电源开关 (POWER)：按下为 ON—开，抬起为 OFF—关。
- ② 功能开关 (FUNCTION)：波形选择（正弦、方波、三角波）。
- ③ 分挡开关 (RANGE—Hz)：设置输出频率频段，分六挡选择。
- ④ 频率微调 (FREQ VAR)：调节输出频率，频率覆盖范围 10 倍。
- ⑤ 衰减器 (ATT)：可选择 0dB、20dB、40dB、60dB 衰减。
- ⑥ 幅度 (AMPLITUDE)：调节输出幅度。
- ⑦ 直流偏移调节 (DC LEVEL)：当开关按入时，直流电平为 -10~+10V 连续可调；当开关按出时，直流电平为 0。
- ⑧ 占空比调节 (R/P)：当开关按入时，占空比为 10%~90% 内连续可调，频率缩小 10 倍；当开关按出时，占空比为 50%。
- ⑨ 输出 (OUTPUT)：波形输出端。
- ⑩ TTL 电平 (TTLOUT)：只有 TTL 电平输出端，幅度 3.5V<sub>pp</sub>。
- ⑪ VCF：控制电压输入端。
- ⑫ EXT SIGNAL：外测频率输入端。
- ⑬ EXT：测频方式（内/外）。

### 3. 使用方法

① 接通电源开机。

② 按下功能开关，选择所需信号类型。

③ 设置输出频率：按下分挡开关选择合适频段，再旋转频率微调。从频率显示窗口可看到当前输出信号频率。

④ 设置输出幅度：当需要小信号时，按下衰减器，调节幅度至需要的输出幅度。

⑤ 信号通过信号线从 OUTPUT 输出。

## 三、DS1022C 数字示波器的使用简介

示波器，即显示波形的仪器。它能把肉眼看不见的电信号变换成看得见的图像，便于人们研究各种电现象的变化过程。利用示波器，除了能观察各种不同信号的幅度随时间变化的波形曲线，还可以用它测试各种不同的电量，如电压、电流、频率、相位差、调幅度等。

DS1022C 数字示波器向用户提供简单而功能明晰的前面板，以进行所有的基本操作。为加速调整，便于测量，用户可直接按“AUTO”键，立即获得适合的波形显现和挡位设置。

### 1. DS1022C 数字示波器性能特点

① 双通道+外触发，每通道带宽 25MHz。

② 高清晰彩色/单色液晶显示系统，320×234 分辨率。

③ 支持即插即用 USB 存储设备和打印机，并可通过 USB 存储设备进行软件升级。

④ 波形亮度可调。

⑤ 自动波形、状态设置（AUTO）。

⑥ 自动测量 20 种波形参数。

⑦ 自动光标跟踪测量功能。

⑧ 独特的波形录制和回放功能。

⑨ 支持示波器快速校准功能。

⑩ 独一无二的可变触发灵敏度，适应不同场合下特殊测量的要求。

⑪ 多国语言菜单显示。

⑫ 弹出式菜单显示，用户操作更方便、直观。

⑬ 中英文帮助信息显示。

⑭ 自动校准功能。

### 2. 控制及显示面板说明

DS1022C 示波器控制面板上包括旋钮和功能按键。旋钮的功能与其他示波器类似。DS1022C 面板操作说明如图 1-2-5 所示，显示界面如图 1-2-6 所示。

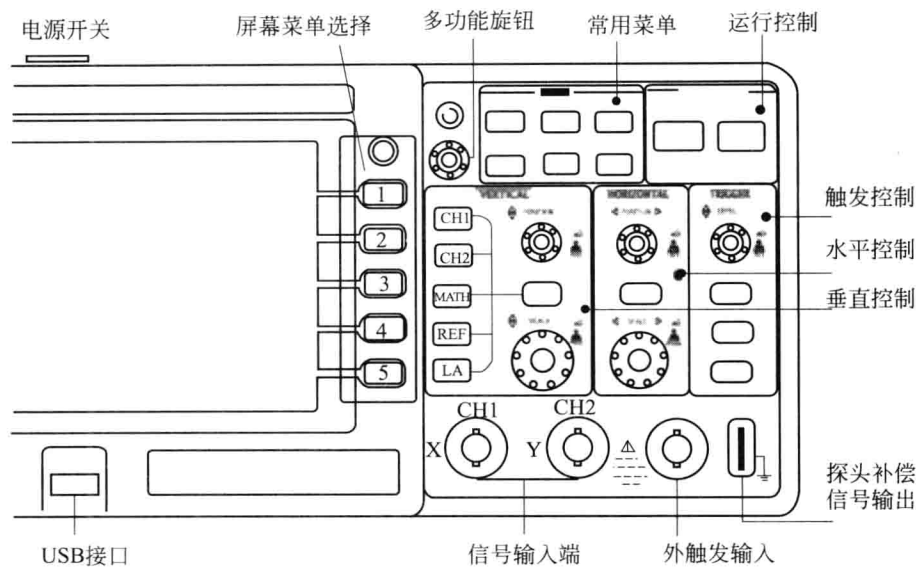


图 1-2-5 DS1022C 面板操作说明图

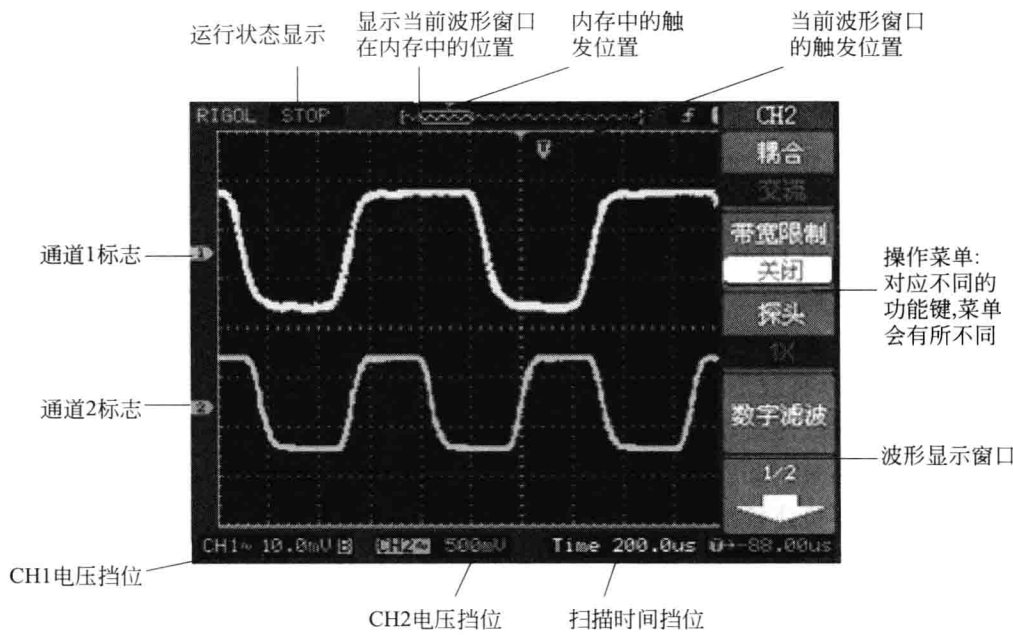


图 1-2-6 显示界面说明图

3. 如何自动显示波形

DS1022C 数字示波器具有自动设置的功能。根据输入的信号，可自动调整电压倍率、时基以及触发方式至最好形态显示。应用自动设置，要求被测信号的频率大于或等于 50Hz，占空比大于 1%。

使用自动设置：

- ① 将被测信号连接到信号输入通道 CH1 或 CH2；
- ② 按下“**AUTO**”按钮。

示波器将自动设置垂直、水平和触发控制。如信号显示不完整或没达到需要，可手工调整水平或垂直控制旋钮，使波形显示达到最佳。

4. 如何进行自动测量

在常用菜单“**MENU**”控制区，“**MEASURE**”为自动测量功能按键，如图 1-2-7 所示。

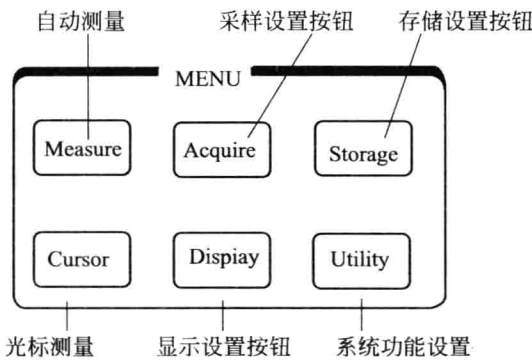


图 1-2-7 MENU 控制区

|         |
|---------|
| MEASURE |
| 信源选择    |
| CH2     |
| 电压测量    |
| 时间测量    |
| 清除测量    |
| 全部测量    |
| 关闭      |

图 1-2-8 自动测量菜单

按“**MEASURE**”自动测量功能键，系统显示自动测量操作菜单，如图 1-2-8 所示。该示波器具有 18 种自动测量功能，包括峰峰值、最大值、最小值、顶端值、底端值、幅值、平均值、均方根值、过冲、预冲、频率、周期、上升时间、下降时间、正占空比、负占空比、正脉宽和负脉宽的测量，共 10 种电压测量和 8 种时间测量。

操作说明如下。

- ① 选择被测信号通道：根据信号输入通道不同，选择“**CH1**”或“**CH2**”。按钮操作顺序为：“**MEASURE**”→“**信源选择**”→“**CH1 或 CH2**”。
- ② 获得全部测量数值：如菜单所示，按 5 号菜单操作键，设置“**全部测量**”项状态为打开。18 种测量参数值显示于屏幕下方。
- ③ 选择参数测量：按 2 号或 3 号菜单操作键，选测量类型，查找感兴趣的参数所在的分页。按钮操作顺序为：“**MEASURE**”→“**电压测量、时间测量**”→“**最大值、最小值**”……
- ④ 获得测量数值：应用 2、3、4、5 号菜单操作键，选择参数类型，并在屏幕下方直接读取显示的数据。若显示的数据为“\*\*\*\*\*”，表明在当前的设置下，此参数不可测。
- ⑤ 清除测量数值：如菜单所示，按 4 号菜单操作键，选择清除测量。此时，所有屏幕下端的自动测量值从屏幕消失。