

绪 论

实验须知

1. 实验的意义和目的

电工学实验是电工学课程重要的实践教学环节。实验的目的不仅仅是验证基本理论知识,更重要的是通过实验加强学生的实验手段和实践技能,培养学生分析问题、解决实际问题和应用知识的能力以及工程实践的能力,充分放手让学生自行设计、自主实验,真正培养学生的实践动手能力,全面提高学生的综合素质。学生通过实验可以掌握有关电路连接、测量和故障排除等技能,学会正确使用常见的仪器设备和仪表,掌握一些基本的测试技术、实验方法以及数据采集、处理与分析的方法。

2. 实验规则

实验是电工学课程重要的实践教学环节,实验的目的不仅是巩固和加深理解所学知识,更重要的是训练学生的实验手段和实践技能,培养实际动手能力,树立工程实际观点和严谨的科学作风。

(1) 根据电工学课程大纲的规定,电工学实验根据学生本学期实验情况综合评定,分数计入本课程期末成绩。

(2) 每位学生必须按规定完成实验课,因故不能参加实验者,课前应向指导教师请假。对所缺实验要在期末前的规定时间内补齐。

(3) 每次实验课前,必须做好预习,真正理解和明确实验题目、目的、内容、步骤和操作过程,写出实验预习报告,并接受指导教师的检查和提问。对既不写预习报告,又回答不出问题者,不准其做实验。

(4) 每次实验课,学生必须提前进入实验室,按要求找好座位,检查所需实验设备,做好实验前的准备工作。

(5) 做实验前,首先要确定实验电路所需电源的性质、极性、大小和测试仪表的量程等,了解实验设备的铭牌数据,以免出现错误和损坏设备。

(6) 不准任意搬动和调换实验室内设备,非本次实验所用的仪器设备,未经指导教师允许不得动用。

(7) 要注意测试仪表和设备的正确使用方法,对每次实验中所使用的设备,要了解其原理和使用方法。在没有掌握仪器设备的使用方法前,不得贸然通电使用。

(8) 要求每位学生在实验过程中,必须具有严谨的学习态度和认真、踏实、一丝不苟的科学作风。无特殊原因,中途不得退出实验,否则本次实验无效。

(9) 实验过程中,如出现事故,应马上断开电源开关,然后向指导教师如实反映事故情况,并分析原因,如有损坏仪表和设备时,按有关规定处理。

(10) 实验室内要保持安静、整洁的学习环境,不得大声喧哗,不得随地吐痰和随地乱扔

杂物。

(11) 每次实验结束之后,实验数据和结果一定要经指导教师检查,确认正确无误后,方可拆线,整理好实验台和周围卫生,然后离开实验室。

(12) 实验课后,每位学生必须按实验指导书的要求,独立写好实验报告。实验报告要及时交给指导教师批阅。

3. 实验预习要求

实验前应仔细阅读实验教材中的相关内容,了解本次实验的实验目的、实验原理、实验内容和注意事项等,并按要求写好预习报告,上实验课时应携带预习报告,交辅导教师审阅。

预习报告包括以下内容:

- (1) 实验目的。
- (2) 实验原理。
- (3) 实验线路图。
- (4) 本次实验所用仪器、设备的使用方法和注意事项。
- (5) 根据预习要求计算实验数据,分析实验现象。
- (6) 根据实验步骤和实验内容设计实验数据记录表格。
- (7) 实验注意事项。

4. 实验注意事项

(1) 实验的安全是实验过程中最为重要的,学生在做实验过程中必须始终牢记这一点。实验者做到在实验过程中不带电操作,在实验前做好充分的预习,对实验设备和实验内容充分理解以及规范的实验操作,都能提高实验的安全性。

(2) 在实验前对实验设备进行检查。按照实验指导书核对仪器、仪表及使用到的其他设备的类型、规格和数量。如果是设计性实验,则应按设计选定的设备进行核对。了解设备使用方法及线路板的组成和接线要求。

(3) 按照实验指导书给出的线路图或自己设计的线路图进行接线,实验电路走线、布线应简洁明了、便于测量,导线长短安排合理,不允许因为导线不够长而把两根导线对接后使用,否则很容易发生触电事故。

(4) 完成实验接线后,按电路逐项检查各仪表、设备、元器件的位置、极性是否正确。确定无误后,再请指导教师进行复查,经教师确认后方可通电进行实验。实验中严格遵循操作规程,改接线路和拆线一定要在断电的情况下进行,绝对不允许带电操作。如发现异常声音、气味或其他事故情况,应立即切断电源,报告指导教师检查处理。

(5) 实验时每组同学应分工协作,轮流接线、记录、操作等,使每个同学受到全面训练。测量数据或观察现象要认真细致,实事求是。使用仪器仪表要符合操作规程,切勿乱调旋钮、挡位。注意仪表的正确读数,记录数据时要注意有效数据的位数。

(6) 实验结束后,实验记录交指导教师查看并认为无误后,方可拆除线路。最后,应清理实验桌面,清点仪器设备。

(7) 未经许可,不得动用其他组的仪器设备或工具等物。爱护公物,发生仪器设备等损坏事故时,应及时报告指导教师,按有关实验管理规定处理。

(8) 自觉遵守学校和实验室管理的其他有关规定。

5. 实验总结

实验报告是培养学生科学实验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,它能很好地巩固实验成果,加深对基本理论的认识和理解,从而进一步扩大知识面。

实验报告是一份技术总结,应根据所得数据和所观察到的实验现象完成实验报告,要求文字简洁,语言通顺,内容清楚,图表数据齐全规范,一律用学校规定的实验报告纸认真书写。实验报告的重点是实验数据的整理与分析,报告内容应包括实验目的、实验原理、实验使用仪器和元器件、实验内容和结果以及实验结果分析讨论等,其中实验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验,内容如下。

(1) 实验原始记录:实验电路(包括元器件参数)、电路原理的分析说明、实验数据与波形以及实验过程中出现的故障记录及解决的方法等,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。原始记录上必须有指导教师签字,否则无效。

(2) 实验结果分析、讨论及结论:对原始记录进行必要的分析、整理,包括实验数据与预算结果的比较,产生误差的原因及减小误差的方法,实验故障原因的分析等。数据整理和计算结果尽量以表格列出,物理量要写出单位,表格后面要有计算公式和计算过程。曲线在坐标纸上绘制,先选好坐标,标上物理量及单位,曲线要求光滑,线条粗细均匀,写上曲线名称。

(3) 完成实验总结中指定的思考题。

(4) 总结本次实验的体会和收获,总结的内容一般应对重要的实验现象、结论加以讨论,以进一步加深理解,此外,对实验中的异常现象,可作一些简要说明,实验中有何收获,可谈一些心得体会。

在编写实验报告时,常常要对实验数据进行科学的处理,才能找出其中的规律,并得出有用的结论。常用的数据处理方法是列表和作图。实验所得的数据可分类记录在表格中,这样便于对数据进行分析 and 比较。实验结果也可绘成曲线,直观地表示出来。在作图时,应合理选择坐标刻度和起点位置(坐标起点不一定要从零开始),并要采用方格纸绘图。当标尺范围很宽时,应采用对数坐标纸。另外,在波形图上通常还应标明幅值、周期等参数。

预习报告在实验前完成,实验报告应在实验完成后一周内交给实验指导教师批阅。

6. 实验安全用电规则

安全用电是实验中始终需要注意的重要事项。为了做好实验,确保人身和设备的安全,在做实验时,必须严格遵守下列安全用电规则:

(1) 实验中的接线、改接、拆线都必须在切断电源的情况下进行,线路连接完毕再接通电源。

(2) 在电路通电情况下,人体严禁接触电路中不绝缘的金属导线和连接点带电部位,以免触电。一旦发生触电事故,应立即切断电源,保证人身安全。

(3) 实验中,特别是设备刚投入运行时,要随时注意仪器设备的运行情况,如发现有超

量程、过热、异味、冒烟、火花等现象出现时,应立即断电,并请指导教师检查。

(4) 了解有关电器设备的规格、性能及使用方法,严格按照要求操作。注意仪器仪表的种类、量程和接线方法,保证设备安全。

(5) 实验时应精力集中,衣服、头发等不要接触电动机及其他可以移动的电气设备,以防止安全事故发生。



实验基础
知识

1.1 UTG7025B 函数/任意波形发生器简介

UTG7025B 函数/任意波形发生器(简称信号源),使用 DDS 直接数字频率合成技术,可生成高精度、稳定、纯净、低失真的信号,还能提供高频率且具有快速上升沿和下降沿的方波。操作界面简洁、技术指标优越、图形显示风格人性化,是一款高性能、多功能的双通道函数/任意波形发生器。

1.1.1 面板和按键介绍

1. 前面板

UTG7025B 函数/任意波形发生器提供了简洁、直观且操作简单的前面板,如图 1-1 所示。

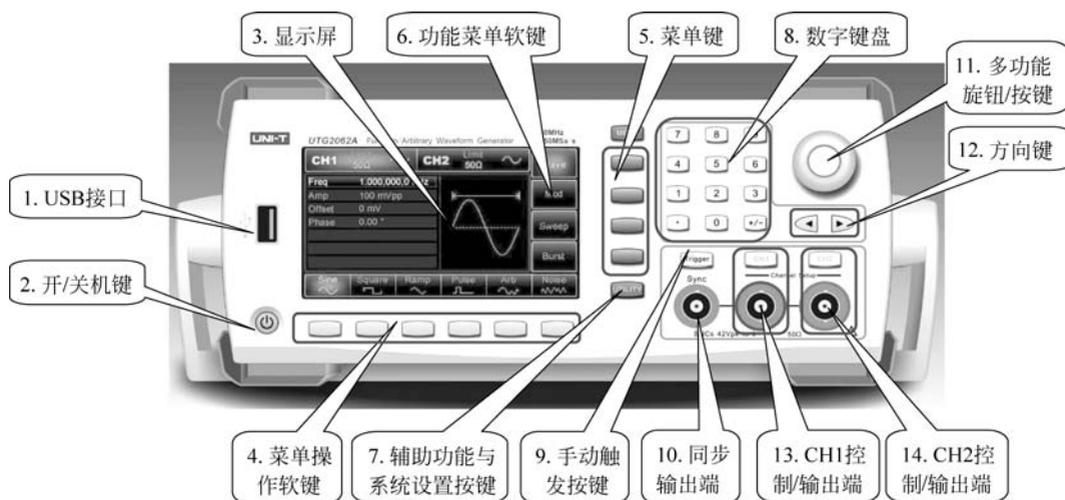


图 1-1 前面板

1) USB 接口

支持 FAT16、FAT32 格式的 U 盘。通过 USB 接口可以读取已存入 U 盘中的任意波形数据文件,存储或读取仪器当前状态文件。

2) 开/关机键

开启或关闭仪器,按此键背光灯亮(绿色),随后显示屏显示开机界面后再进入功能界面。为防止意外碰到开/关机键而关闭仪器,该键设置为短按开机,长按约 500ms 关闭仪器。关闭仪器后按键背光和屏幕同时熄灭。

3) 显示屏

高分辨率 TFT 彩色液晶显示屏通过色调的不同,可以明显区分通道一和通道二的输出状态、功能菜单和其他重要信息。

4) 菜单操作软键

通过软键标签的标识对应地选择或查看标签(位于功能界面的下方)的内容,配合数字键盘或多功能旋钮或方向键对参数进行设置。

5) 菜单键

通过按菜单键弹出 4 个功能标签:波形、调制、扫频、脉冲串,按对应的功能菜单软键可获得相应的功能。

6) 功能菜单软键

通过软键标签的标识对应地选择或查看标签(位于功能界面的右方)的内容。

7) 辅助功能与系统设置按键

通过按此按键可弹出以下功能标签:通道 1 设置、通道 2 设置、通道耦合、频率计、网络设置、系统,高亮显示的标签在屏幕下方有对应的子标签,子标签更详细地描述了屏幕右方功能标签的内容,可按对应的菜单操作软键来获得相应的信息或设置,如:设置通道(如输出阻抗设置: 1Ω 至 $1k\Omega$ 可调,或者高阻)、指定电压限值、配置同步输出、语言选择、开机参数、背光亮度调节、DHCP(动态主机配置协议)端口配置、存储和调用仪器状态,设置系统相关信息,查看帮助主题列表等。

8) 数字键盘

用于输入所需参数的数字键 0~9、小数点“.”、符号键“+/-”。小数点“.”键可用于快速切换单位,左方向键退格并清除当前输入的前一位。

9) 手动触发按键

在扫频和触发模式下可设置手动触发,当触发灯闪烁时可执行手动触发。

10) 同步输出端

输出所有标准输出功能(DC 和噪声除外)的同步信号。

11) 多功能旋钮/按键

旋转多功能旋钮改变数字(顺时针旋转数字增大)或作为方向键使用,按压多功能旋钮可选择功能或确定设置的参数。

12) 方向键

在使用多功能旋钮和方向键设置参数时,用于切换数字的位或清除当前输入的前一位数字或移动(向左或向右)光标的位置。

13) CH1 控制/输出端

快速切换在屏幕上显示的当前通道(CH1 信息标签高亮表示为当前通道,此时参数列表显示通道 1 相关信息,以便对通道 1 的波形参数进行设置)。若此通道为当前通道(CH1 信息标签高亮),可通过按 CH1 键快速开启/关闭通道 1 输出,也可以通过按 Utility 键弹出

标签后再按“通道 1 设置”软键来设置。开启通道 1 输出时,CH1 键背光灯亮,同时在 CH1 信息标签的右方会显示当前输出的功能模式(“波形”或“调制”或“扫频”或“脉冲串”字样),同时在 CH1 输出端输出信号。关闭通道 1 输出时,CH1 键背光灯灭,同时在 CH1 信息标签的右方会显示“关”字样,同时关闭 CH1 输出端。

14) CH2 控制/输出端
与 CH1 操作类似。

2. 后面板

后面板的介绍请见二维码。



后面板介绍

1.1.2 功能界面

功能界面如图 1-2 所示。各软键标签、波形参数及信息说明如下。

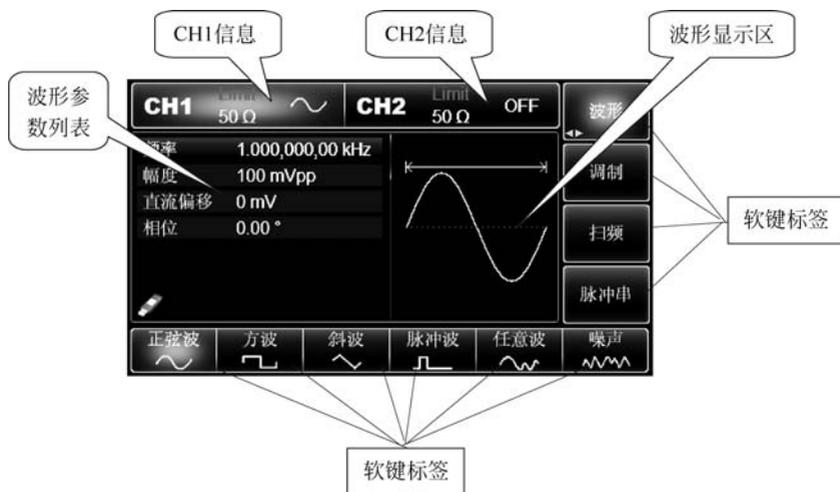


图 1-2 功能界面

(1) CH1/CH2 信息：当前选中的通道标识会高亮显示。

① Limit 表示输出幅度限制,白色为有效,灰色为无效。

② 50Ω 表示输出端要匹配的阻抗 50Ω(1Ω~10kΩ 可调,或为高阻,出厂默认为 50Ω)。

③  表示当前输出信号为正弦波(不同工作模式下可能为“基波波形”“调制”“扫频”“脉冲串”“关”字样)。

(2) 软键标签：用于标识旁边的功能菜单软键和菜单操作软键当前的功能。高亮显示时标签的正中央显示当前通道的颜色或系统设置时的灰色,字体为纯白色。

① 屏幕右方的标签：如果标签高亮显示,说明被选中,则位于屏幕下方的 6 个子软键标签显示的就是它指示的内容(注意：如果当前被选中的标签子目录级数比较多,则下方显示的不一定是它下一级子目录的内容,例如,图 1-3 中的“类型”标签高亮显示,屏幕下方恰好显示的是波形的种类,属于“类型”标签的下一级目录,但如果此时按 Menu 键,右方的标签将会是“波形”标签高亮,而屏幕下方的标签内容无变化,并不是显示的“波形”标签的下一级子目录。“波形”标签的下一级子目应该是“类型”和“参数”)。如果要显示的子标签数大于 6 个(当子标签数大于 6 个时会在标签的右下角显示小三角形符号 )则需要分多屏显示,

要查看下一屏,按标签右边对应的功能菜单软键即可。

② 屏幕下方的子标签:当子标签所显示的内容属于屏幕右方的“类型”标签下级目录时,以高亮显示表示为选中的功能。当子标签显示的内容属于屏幕右方的“参数”标签(或属于通过按 Utility 按键弹出的标签“通道 1 设置”“通道 2 设置”“通道耦合”“频率计”“网络设置”“系统”中的一种)下级目录时,它与波形参数列表区内容一一对应,以标签的边缘显示当前通道颜色(系统设置时为灰色)且字体为纯白色(参数列表中以字体为纯白色来表示选中);此时按菜单操作软键或多功能旋钮,对应的软键子标签将高亮显示来表示进入“参数编辑状态”以对列表中的参数进行设置,转动多功能旋钮可改变参数,参数设定后通过按多功能旋钮确定并退出编辑状态;若标签处于“选中”状态而不是“编辑”状态,则可以通过转动多功能旋钮或方向键在标签上移动;如果要修改的参数是以数字+单位表示且该项参数处于选中或编辑状态时可以通过按数字键盘来快速输入(左方向键可用来删除当前输入的前一位),屏幕下方的子标签会自动弹出可供选择的有效单位,输入完毕后通过按操作软键或按多功能旋钮确定并退出编辑状态。

(3) 波形参数列表:以列表的方式显示当前波形的各种参数,如果列表中某一项显示为纯白色,则可以通过菜单操作软键、数字键盘、方向键、多功能旋钮的配合进行参数设置。如果当前字符底色为当前通道的颜色(系统设置时为白色),则说明此字符进入编辑状态,可用方向键或数字键盘或多功能旋钮来设置参数。

(4) 波形显示区:显示该通道当前设置的波形形状(可通过颜色或 CH1/CH2 信息栏的高亮状态来区分是哪一个通道的当前波形,左边的参数列表显示该波形的参数)。注:系统设置时没有波形显示区,此区域被扩展成参数列表。

1.1.3 输出基本波形

UTG7025B 函数/任意波形发生器可从单通道或同时从双通道输出基本波形,包括正弦波、方波、脉冲、噪声、斜波和表达式。开机时,默认输出一个频率为 1kHz、幅度为 100mV_{pp}的正弦波。本节介绍如何配置仪器输出各类基本波形。

1. 设置输出频率

如要将频率改为 2.5MHz,具体步骤如下:

(1) 依次按 Menu→“波形”→“参数”→“频率”(如果按“参数”软键后没有在屏幕下方弹出“频率”标签,则需要再次按“参数”软键进行下一屏子标签显示)。要改为设置波形周期,可再次按“频率”软键切换到“周期”,频率和周期可以相互切换。

(2) 使用数字键盘输入所需数字 2.5,如图 1-3 所示。

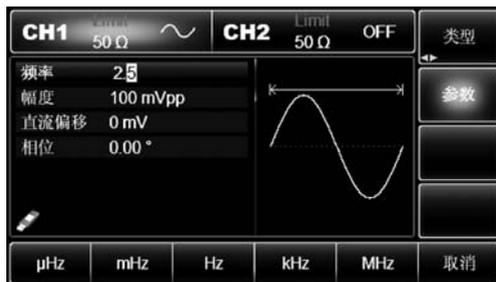


图 1-3 频率值的输入

(3) 选择所需单位。

按对应于所需单位的软键。在本例中,按 MHz 软键。在选择单位后,波形发生器即以显示的频率输出波形(如果输出已启用)。通过多功能旋钮和方向键的配合也可进行此参数的设置。

2. 设置输出幅度

如要将幅度改为 300mV_{pp},具体步骤如下:

(1) 依次按 Menu→“波形”→“参数”→“幅度”(如果按“参数”软键后没有在屏幕下方弹出“幅度”标签,则需要再次按“参数”软键进行下一屏子标签显示)。再次按“幅度”软键可进行单位的快速切换(在 V_{pp}、V_{rms}、dBm 之间切换)。

(2) 使用数字键盘输入所需数字 300,如图 1-4 所示。



图 1-4 幅度值的输入

(3) 选择所需单位。

按所需单位对应的软键。在本例中,选择 mV_{pp}。在选择单位后,波形发生器即以显示的幅度输出波形(如果输出已启用)。通过多功能旋钮和方向键的配合也可进行此参数设置。

3. 设置 DC 偏移电压

在接通电源时,波形默认 DC 偏移电压为 0V 的正弦波。如要将 DC 偏移电压改为 -150mV,具体步骤如下:

(1) 依次按 Menu→“波形”→“参数”→“直流偏移”(如果按“参数”软键后没有在屏幕下方弹出“直流偏移”标签,则需要再次按“参数”软键进行下一屏子标签显示)。再次按“直流偏移”软键时,原来用幅度和直流偏移描述波形的参数已变成高电平(最大值)和低电平(最小值)来描述,这种设置信号限值的方法对于数字应用是很方便的。

(2) 使用数字键盘输入所需数字 -150,如图 1-5 所示。

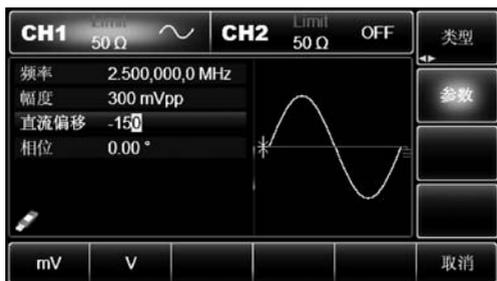


图 1-5 直流偏移电压的输入

(3) 选择所需单位。

按对应于所需单位的软键。在本例中,按 mV 软键。在选择单位后,波形发生器即以显示的直流偏移输出波形(如果输出已启用)。通过多功能旋钮和方向键的配合也可进行此参数设置。

4. 设置方波

方波的占空比表示每个循环中方波处于高电平的时间与周期之比(假设波形不是反向的)。在接通电源时,方波默认的占空比是 50%,占空比受最小脉冲宽度 40ns 的限制。设置频率为 1kHz,幅度为 1.5Vpp,直流偏移为 0V,占空比为 70%方波,具体步骤如下:

依次按 Menu→“波形”→“类型”→“方波”→“参数”(当“类型”标签处于非高亮显示时,才需要按“类型”软键进行选中),要设置某项参数先按对应的软键,再输入所需数值,然后选择单位即可,如图 1-6 所示。通过多功能旋钮和方向键的配合也可进行此参数设置。

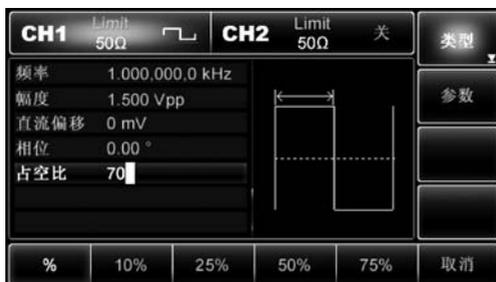


图 1-6 方波参数的设置

5. 设置脉冲波

脉冲波的占空比表示每个循环中从脉冲的上升沿的 50% 阈值到下一个下降沿的 50% 阈值之间时间与周期之比(假设波形不是反向的)。对 UTG7025B 函数/任意波形发生器进行参数配置,可以输出具有可变的脉冲宽度和边沿时间的脉冲波形。在接通电源时,脉冲波默认占空比为 50%,上升/下降沿时间为 1 μ s,如要将方波设置成周期为 2ms,幅度为 1.5Vpp,直流偏移为 0V,占空比(受最小脉冲宽度 17ns 的限制)为 25%,上升沿时间为 200 μ s,下降沿时间为 200 μ s 的方波,具体步骤如下:

依次按 Menu→“波形”→“类型”→“脉冲波”→“参数”(当“类型”标签处于非高亮显示时,才需要按“类型”软键进行选中),再按“频率”软键实现频率与周期的转换。输入所需数值,然后选择单位即可。在输入占空比数值时,屏幕下方会有 25% 的标签,按对应的软键即可快速输入,当然也可以输入数字 25 再按 % 软键来完成输入。对下降沿时间进行设置时,请再次按“参数”软键或在子标签处于选中的状态下,向右旋多功能旋钮进行下一屏子标签的显示(子标签“选中”状态边缘为当前通道颜色,子标签高亮时为“编辑状态”,请参阅 1.1.2 节相关内容),再按“下降沿”软键输入所需数值,然后选择单位即可。通过多功能旋钮和方向键的配合也可进行此参数设置,如图 1-7 所示。

6. 设置直流电压

直流电压的输出就是对直流偏移进行设置,所以在对前面的直流偏移函数进行更改时,直流电压(DC 偏移)的默认值已更改,在接通电源时,直流电压默认为 0V。如要将 DC 偏移



图 1-7 脉冲波参数的设置

电压改为 3V,具体步骤如下:

(1) 依次按 Menu→“波形”→“类型”→“直流”(如果按“波形”软键后“类型”标签处于非高亮状态,则需要按两次“类型”软键,第一次代表高亮设置,第二次代表进行下一屏子标签显示)。

(2) 使用数字键盘输入所需数字 3,如图 1-8 所示。



图 1-8 直流电压值的输入

(3) 选择所需单位。

按所需单位对应的软键。在本例中,按 V 软键。在选择单位后,波形发生器即以显示的直流偏移输出波形(如果输出已启用)。通过多功能旋钮和方向键的配合也可进行此参数设置。

7. 设置斜波

对称度表示每个循环中斜波斜率为正的时间与周期之比(假设波形不是反向的)。在接通电源时,斜波默认的对称度是 100%。如要将斜波设置成频率为 10kHz,幅度为 2V,直流偏移为 0V,对称度为 50%的三角波,具体步骤如下:

依次按 Menu→“波形”→“类型”→“斜波”→“参数”(当“类型”标签处于非高亮显示状态时,才需要按“类型”软键进行选中),要设置某项参数时,先按对应的软键,再输入所需数值,然后选择单位即可。在输入对称度数值时,屏幕下方会有 50%的标签,按对应的软键即可快速输入,当然也可以通过输入数字 50,再按 % 软键来完成输入,如图 1-9 所示。通过多功能旋钮和方向键的配合也可进行此参数设置。

8. 设置噪声波、谐波和表达式

UTG7025B 函数/任意波形发生器还可以对噪声波、谐波和输出信号的表达式进行设



图 1-9 斜波参数的设置

置,限于篇幅,这里不做详细介绍,如有需要,可参阅《UTG7025B 使用手册》。

1.1.4 辅助功能设置

UTG7025B 函数/任意波形发生器的辅助功能的设置详见二维码。

1.2 UT8804N 台式数字万用表使用说明

1.2.1 产品概述

UT8804N 是 $4\frac{5}{6}$ 位、自动量程台式彩屏真有效值万用表,可用于测量交直流电压、交直流电流、电阻、电导、二极管、电路通断、电容、温度、频率、脉冲宽度等参数,并具有数据保持、最大值/最小值/平均值测量、比较功能测量、相对值测量、峰值检测、趋势图捕捉以及 20000 条的数据记录/回读功能。

UT8804N 台式数字万用表的安全操作准则和综合指标请参阅二维码中的内容。

1.2.2 LCD 显示器

UT8804N 台式数字万用表集成 4.3 英寸彩色显示屏,如图 1-10 所示。各部分的功能见表 1-1。

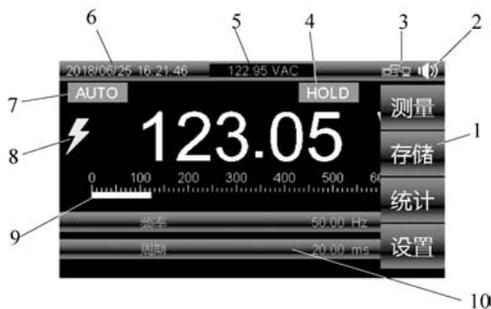


图 1-10 LCD 显示屏



辅助功能
设置



安全操作
准则和综
合指标

表 1-1 LCD 显示屏的功能表

序号	功能	说明
1	菜单功能标签	测量、存储、统计和设置等菜单功能
2	蜂鸣器	表示启用了仪表的蜂鸣器(与通断性测试报警无关)
3	通信	表示通信链路上的活动
4	保持符号	表示数据处于保持模式
5	小测量值	若主显示屏和辅助显示屏被菜单或弹出信息遮盖住了,则在此处显示测量值
6	时间及日期	表示内部时钟设置的时间和日期
7	量程指示符	表示仪表当前所处的量程及量程模式(自动或手动)
8	闪电符号	输入端存在危险电压
9	模拟条	快速模拟显示输入信号
10	辅助显示	显示关于输入信号的辅助测量信息

1.2.3 功能简介

1. 外形结构

UT8804N 台式数字万用表的前面板和后面板如图 1-11 所示。前后面板各部分的功能简介如下。

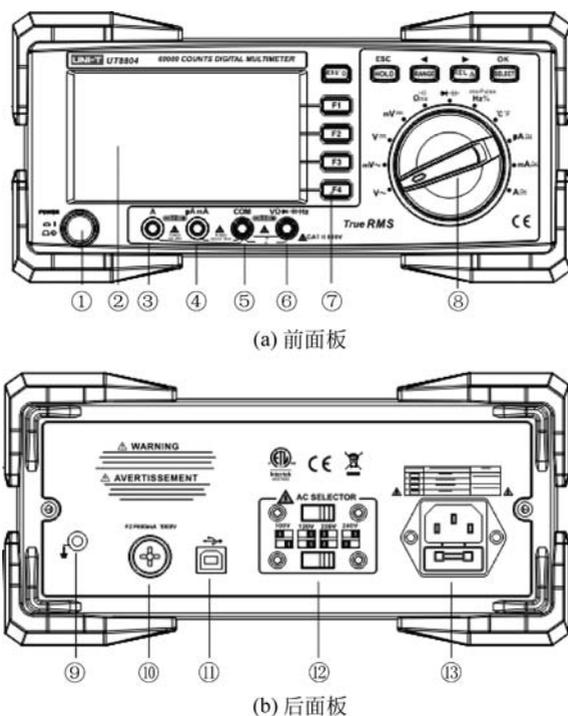


图 1-11 万用表的前面板和后面板

- ① 电源开关。
- ② TFT 显示屏。
- ③ A 电流输入插孔。

- ④ μA 和 mA 电流输入插孔。
- ⑤ COM 输入端。
- ⑥ 其余测量输入端。
- ⑦ 功能按键。
- ⑧ 旋钮开关。
- ⑨ 接地。
- ⑩ 保险丝旋钮 ($\text{F1 } 600\text{mA}$)。
- ⑪ USD 接口。
- ⑫ 交流电压选择开关。
- ⑬ 插座。

2. 功能按键

前面板上的 9 个按钮用于激活旋转开关选定的功能特性或浏览菜单。每个按钮的功能如表 1-2 所示。

表 1-2 按钮的功能说明

按 钮	功 能
	打开或关闭菜单功能标签 长按按钮 1s 切换背光亮度
	选择相对应的菜单功能
	在菜单显示时,用于退出子菜单;否则,用于数据保持功能
	在菜单显示时,用于控制光标向上滚动,选择相关的子功能和模式;否则,用于将仪表量程模式切换至手动模式,然后依次在所有可用量程之间变换。要返回自动量程选取,需长按按钮 1s
	在菜单显示时,用于控制光标向下滚动,选择相应的子功能菜单;否则,用于相对值模式测量,要退出相对值模式测量,需长按按钮 1s
	在菜单显示时,确认进入光标选取的子菜单功能和模式;否则,用于选择挡位的复合功能

3. 旋钮开关

旋钮开关如图 1-12 所示。每个挡位的功能如表 1-3 所示。

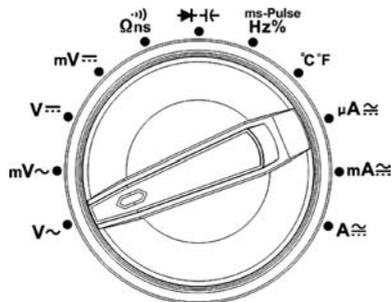


图 1-12 旋钮开关

表 1-3 旋钮开关的功能说明

旋 钮	功 能
V~	交流电压测量
mV~	交流毫伏测量和交流合并直流(AC+DC)毫伏测量
V=	直流(DC)和交流合并直流(AC+DC)电压测量
mV=	直流毫伏测量
Ω_{ns}	电阻、通断性和电导系数测量
	二极管测试和电容测量
	频率、占空比和脉冲宽度测量
°C °F	温度测量
$\mu A \approx$	交流(AC)、直流(DC)和交流合并直流(AC+DC)微安测量
$mA \approx$	交流(AC)、直流(DC)和交流合并直流(AC+DC)毫安测量
$A \approx$	交流(AC)、直流(DC)和交流合并直流(AC+DC)安培测量

4. 测量端子

万用表前面板上有 4 个测量端子,这 4 个端子的功能如表 1-4 所示。

表 1-4 测量端子的功能

端 子	描 述
	测量 0~10.00A 电流(20A 过载最长持续 30s,再中断 10min)和频率的输入端子
	测量 0~600mA 电流和频率的输入端子
	用于所有测量的公共端子
	测量电压、通断性、电阻、二极管测量、电导、电容、频率、周期和占空系数的输入端子

温度测量功能通过相应的转接座使用 4 个端子。

如果表笔插错,则显示屏会显示“Lead Error!”作为警告。

1.2.4 测量操作说明

1. 打开仪表电源

在开启仪表电源之前,需要先设置供电电源。供电电源的选择开关在后面板上,如图 1-13 所示。将两个红色开关拨到 100V/120V/220V/230V 对应的供电电源位置,请勿拨错,否则会烧坏电源插座上的保险丝。之后,按前面板上的电源开关打开电源。

2. 交流电压的测量

测量交流电压时,按以下步骤操作:

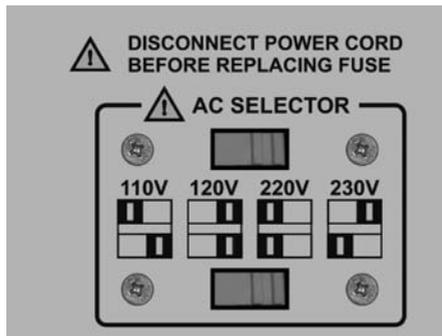


图 1-13 供电电源选择开关

- (1) 将红表笔插入 $V\Omega Hz$ 插孔,黑表笔插入 COM 插孔。
- (2) 将仪表的旋转开关转到 $V\sim$,将表笔并联到待测电源或负载上。
- (3) 从显示器上直接读取被测电压值,显示值为真有效值。
- (4) 按功能键 MENU 打开主菜单,接着按 F1 键打开测量模式的子菜单,控制光标可选择电压+频率、峰值、低通滤波、dBV、dBm 等测量模式。
- (5) 在电压+频率测量模式下,主显电压,副显频率和周期。
- (6) 在峰值测量模式下,显示正峰值 PeakMax,负峰值 PeakMin。
- (7) 在低通滤波测量模式下,交流信号要经过一个滤波器,该滤波器会拦截频率高于 1kHz 的电压信号,如图 1-14 所示,低通滤波器可测量由逆变器和变频电动机产生的复合正弦波信号。

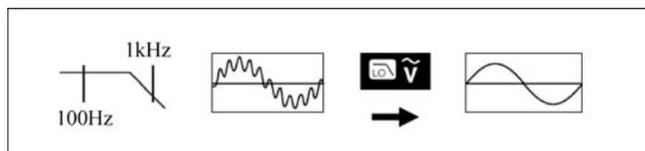


图 1-14 低通滤波测量模式示意图

- (8) 在 dBV 测量模式下,主显 dBV,副显相应的交流电压值,模拟条显示被测信号的交流电压。

$$dBV = 20 \lg(\text{输入电压}(V))$$

- (9) 在 dBm 测量模式下,主显 dBm,副显相应的交流电压值和参考阻抗值,模拟条显示被测信号的交流电压。dBm 是一个表示功率绝对值的值,即分贝毫瓦, $dBmV = 10 \lg(\text{输入电压} \times \text{输入电压}/R)(mW)$; R 为可选电阻(4~1200Ω)。设置操作如下:

- 主菜单的设置项进入后,控制光标,选择“设置 dBm 参考值”子菜单。
- 进入“设置 dBm 参考值”子菜单后,按 F2(◀)或 F3(▶)键,在 10 个定义的参考值之间滚动: 4、8、16、25、32、50、75、600、1000 和“修改”,选择“修改”菜单选项时,通过按 F2 或 F3 键修改数字,按 ◀ 或 ▶ 键选择编辑位置,可以选择 4~1200Ω 任意一个参考阻抗值。
- 按 F1 键确认。

注意：

- 不要输入高于 1000V 的电压。虽然仪表有可能测量更高的电压,但有损坏仪表的危险。
- 在测量高电压时,要特别注意避免触电。
- 为了避免电击或人身伤害,必须在未连接滤波器的情况下测量电压,以检测是否存在危险电压。然后再选用滤波器功能。在低通滤波测量模式下,仪表将转为手动模式。按 RANGE 键选择量程。在低通滤波器启用时,自动量程不可用。
- 在完成所有的测量操作后,要断开表笔与被测电路的连接。

3. 交流毫伏电压的测量

测量交流毫伏电压时,按以下步骤操作:

- (1) 将红表笔插入  插孔,黑表笔插入  插孔。
- (2) 将仪表的旋转开关转到 **mV~**,将表笔并联到待测电源或负载上。
- (3) 从显示器上直接读取被测电压值,显示值为真有效值。
- (4) 按功能键 MENU 打开主菜单,接着按 F1 键打开测量模式的子菜单,控制光标可选择电压+频率、峰值、AC+DC 等测量模式。
- (5) 在电压+频率测量模式下,主显毫伏电压,副显频率和周期。
- (6) 在峰值测量模式下,显示正峰值 PeakMax,负峰值 PeakMin。
- (7) 在 AC+DC 测量模式下,主显 AC+DC 值,定义为 $\sqrt{ac^2+dc^2}$,副显交流分量和直流分量。

4. 直流电压/直流毫伏电压的测量

测量直流(毫伏)电压时,需要将仪表的旋转开关转到 **V=** (**mV=**),其他操作与测量交流(毫伏)电压时类似。

5. 交流电流/直流电流的测量

测量交流电流/直流电流时,按以下步骤操作:

- (1) 将红表笔插入  或  插孔,黑表笔插入  插孔。
- (2) 将仪表的旋转开关转到 **μA=** 或 **mA=** 或 **A=**,按 SELECT 键选择所需测量的电流范围,将表笔串联到待测回路中。
- (3) 从显示器上直接读取被测电流值,交流测量时显示真有效值。
- (4) 按功能键 MENU 打开主菜单,接着按 F1 键打开测量模式的子菜单,控制光标可选择电流+频率、峰值等测量模式。
- (5) 在电流+频率测量模式下,主显电流,副显频率和周期(交流电流测量时)。在 AC+DC 测量模式下,主显 AC+DC 值,定义为 $\sqrt{ac^2+dc^2}$,副显交流分量和直流分量(直流电流测量时)。
- (6) 在峰值测量模式下,显示正峰值 PeakMax,负峰值 PeakMin。

注意：

- 在仪表串联到待测回路之前,应先将回路中的电源关闭,将所有高压电容器放电。
- 测量时应使用正确的输入端口和功能挡位,如不能估计电流的大小,应从大电流量

程开始测量。

- 当表笔插在仪表的电流输入端口时,切勿把表笔测试针并联到任何电路上,否则会烧断仪表内部保险丝和损坏仪表。
- 在完成所有的测量操作后,应先关断测量电路的电源,再断开表笔与被测电路的连接。

6. 电阻的测量

测量电阻时,按以下步骤操作:

- (1) 将红表笔插入  插孔,黑表笔插入  插孔。
- (2) 将仪表的旋转开关转到  测量挡,按 SELECT 键选择电阻测量 Ω 挡,将表笔并联到被测电阻二端。
- (3) 从显示器上直接读取被测电阻值。

注意:

- 如果被测电阻开路或阻值超过仪表最大量程,则显示器将显示 OL。
- 当测量在线电阻时,在测量前必须先将被测电路的所有电源关断,并将所有电容器彻底放电,才能保证测量正确。
- 在低阻测量时,表笔会带来约 $0.1\sim 0.2\Omega$ 电阻的测量误差。为获得精确读数,可以利用相对测量功能,首先短路输入表笔再按  键,待仪表自动减去表笔短路显示值后再进行低阻测量。
- 如果表笔短路时的电阻值不小于 0.5Ω ,则应检查表笔是否有松脱现象或其他原因。
- 测量 $1M\Omega$ 以上的电阻时,可能需要在几秒后读数才会稳定。
- 不要输入高于交流 $30V$ (有效值)、交流 $42V$ (峰值)或直流 $60V$ 的电压,避免伤害人身安全。
- 在完成所有的测量操作后,要断开表笔与被测电路的连接。

7. 电导的测量

测量电导时,按以下步骤操作:

- (1) 将红表笔插入  插孔,黑表笔插入  孔。
- (2) 将仪表的旋转开关转到  测量挡,按 SELECT 键选择电导 $60nS$ 测量挡,将表笔并联到被测电阻二端。
- (3) 从显示器上直接读取被测电导值。

8. 通断测试

通断测试时,按以下步骤操作:

- (1) 将红表笔插入  插孔,黑表笔插入  插孔。
- (2) 将仪表的旋转开关转到  测量挡,按 SELECT 键选择通断测试挡 ,将表笔连接到待测的两点。当被测两点之间电阻 $< 10\Omega$ 时,蜂鸣器连续发声;当被测两点之间电阻 $> 50\Omega$ 时,蜂鸣器不发声。
- (3) 从显示器上直接读取被测电阻值。

9. 电容的测量

测量电容时,按以下步骤操作:

(1) 将红表笔插入  插孔,黑表笔插入  插孔。

(2) 将仪表的旋转开关转到  测量挡,按 SELECT 键选择电容测量挡,将表笔并联到被测电容二端。

(3) 从显示器上直接读取被测电容值。

注意:

- 如果被测电容短路或容值超过仪表的最大量程,则显示器将显示 OL。
- 对于小量程挡电容的测量,须采用仪表相对测量 REL 功能,避免分布电容的影响,便于正确读数。
- 对于大于 $600\mu\text{F}$ 电容的测量,会需要较长的时间,才能有正确的读数。
- 为了确保测量精度,建议电容在测试前将电容彻底放电后再进行测量,对带有高压的电容尤为重要,以避免损坏仪表和伤害人身安全。
- 不要输入高于交流 30V(有效值)、交流 42V(峰值)或直流 60V 的电压,避免伤害人身安全。
- 在完成测量操作后,要断开表笔与被测电容的连接。

10. 二极管的测试

进行二极管测量时,按以下步骤操作:

(1) 将红表笔插入  插孔,黑表笔插入  插孔。红表笔极性为“+”,黑表笔极性为“-”。

(2) 将仪表的旋转开关转到  测量挡,按 SELECT 键选择二极管测量挡 ,将表笔并联到被测二极管二端上。从显示器上直接读取被测二极管的近似正向 PN 结电压。

(3) 对正常半导体 PN 结,它会发出短暂“哔”声;如果半导体 PN 结短路(低于 0.1V),它会连续发声。硅型 PN 结典型电压值约为 0.5~0.8V。

注意: 测试二极管时的开路电压约为 3V。如果被测二极管开路或极性反接,则显示 OL。

11. 频率/占空比测量/脉冲宽度的测量

(1) 将红表笔插入  插孔,黑表笔插入  插孔。

(2) 将仪表的旋转开关转到  测量挡,按 SELECT 键选择频率测量挡 Hz 或占空比 % 或脉冲宽度 ms-Pulse,将表笔并联到待测信号上。

(3) 从显示器上直接读取被测频率值或占空比或脉冲宽度。

注意:

- 在占空比和脉冲宽度功能挡时,模拟条显示被测信号的频率。
- 不要输入高于 30V rms 被测频率电压,以免伤害人身安全。
- 在完成所有的测量操作后,要断开表笔与被测电路的连接。

12. 相对值测量

短按功能键  进入相对值测量模式,此时主显测量值-基值,副显相对值和实时测量值。长按功能键 ,退出相对值测量模式。

该仪器还具有温度、最大值最小值测量、比较模式 COMP、记录测量数据、控制背光、仪表设置等功能。



万用表技术指标

UT8804 台式数字万用表技术指标详见二维码。其他更具体的内容请参阅《UT8804N 使用手册—台式数字彩屏万用表》。

1.3 UT8633 数字交流毫伏表使用说明

1.3.1 产品介绍

UT8633 是一款数字交流毫伏电压表,最大显示 38000,具有多功能、高精度等特点。UT8633 最高测量电压为 380V,最小有效分辨率为 $50\mu\text{V}$ 。

UT8633 数字交流毫伏表的特点、基本性能和技术指标详见二维码中的内容。



交流毫伏表的介绍

1.3.2 面板介绍

1. 前面板

UT8633 交流毫伏表的前面板如图 1-15 所示。前面板的标志说明见表 1-5。



图 1-15 前面板

表 1-5 前面板标志说明

序号	名称	说明
1	电源开关	用于打开/关闭仪器
2	显示屏	用于显示测量参数和运行模式等信息
3	输入插座	用于接入待测信号
4	按键	用于选择测试模式 其他界面根据屏幕指示实现特定的操作功能

1) 按键

前面板的按键分布如图 1-16 所示。各按键的功能见表 1-6。



图 1-16 前面板按键