

湘南学院电工电子实践教学中心资助

电子技术基础 实验教程



主 审：姚 敏

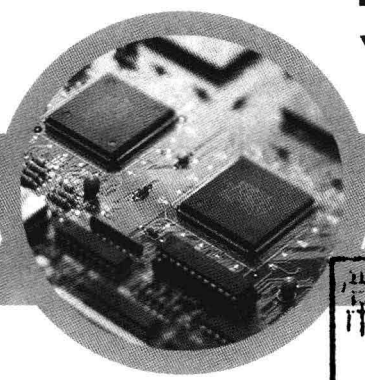
主 编：曾晓华 李 杨 谢月新

副主编：王焕友 谢袁飞 李欣茂

湘潭大学出版社

湘南学院电工电

电子技术基础 实验教程



常州大学图书馆
藏书章

主 审：姚 敏

主 编：曾晓华 李杨 谢月新

副 主 编：王焕友 谢袁飞 李欣茂

参编人员：张剑华 谭乔来 王 龙 李亚兰 黄建全

戴 勤 陈水先 陈伟哲 黄昊天 李庆文 陈艾群

湘潭大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础实验教程/曾晓华,李扬,谢月新主
编.—湘潭:湘潭大学出版社,2012.8
ISBN 978-7-81128-418-8

I. ①电… II. ①曾… ②李… ③谢… III. ①电子技
术—实验—高等学校—教材 IV. ①TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 185263 号

责任编辑:丁立松

封面设计:罗志义

出版发行:湘潭大学出版社

社 址:湖南省湘潭市 湘潭大学出版大楼

电话(传真): 0731-58298966 邮编: 411105

网 址: <http://xtup.xtu.edu.cn>

印 刷:湖南贝特尔印务有限公司

经 销:湖南省新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:12

字 数:298 千字

版 次:2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81128-418-8

定 价:26.00 元

(版权所有 严禁翻印)

前 言

本书是根据当前高等教育优化实践、强化能力、注重创新的教育理念和在这种理念指导下对实验教学的新要求而编写的实验教材,该书整合了“模拟电子技术实验”、“数字电子技术实验”和“电路分析实验”三门课程,是一本可以与电子技术基础(含模拟部分和数字部分)、电路分析课程配套使用的新型实验教材。

“电子技术”是一门工程性和实践性都很强的课程。随着电工电子新技术的广泛应用,电子技术的实验方法和实验手段也在不断地更新和发展。本书依据高等院校电子技术课堂教学和实验操作的规律与要求,以提高学生的实际工程设计能力和自主创新能力为目的,按照“保证基础,强化能力”的思路,融合了覆盖基础层、提高设计层、综合应用层的内容。本实验教材的实验内容包括4部分:模拟电子技术基础性实验、数字电子技术基础性实验、电路分析基础性实验、电子技术综合性实验,共35个实验项目。这些实验项目涵盖了电子技术和电路分析的大部分知识点。实验内容的设置考虑了学生的接受能力,以从验证到设计、从基础到综合为原则,加大了设计性和综合性实验的比例,强调理论与实践相结合。

第1章至第3章主要介绍几种常用电子测量仪器的使用和常用电子元器件的基础知识以及实验误差和数据处理的知识,以弥补理论教学的不足,使学生对实验中应注意的问题有所了解。第4章、第5章、第6章包括模拟电子技术、数字电子技术、电路分析共29个基础性实验,有验证性实验,也有简单的设计性实验和综合性实验,使学生初步掌握电子技术的实验技能。第7章是电子技术综合性实验,本章考虑到学生的实际能力,实验项目大多有参考设计,以减少盲目性,使学生有章可循。书中附录部分主要介绍万用电表对常用电子元器件检测、电阻器的标称值和精度色环标志法以及部分集成电路引脚排列等内容。

本实验教材既可作为高等院校电类各专业的实验教材,也可作为广大电子爱好者的参考书,还可作为相关专业教师的参考书。

本书由姚敏担任主审,曾晓华、李杨、谢月新担任主编,王焕友、谢袁飞、李欣茂担任副主编,参加编写的人员还有李庆文、张剑华、谭乔来、王龙、李亚兰、黄建全、戴勤、陈水先、陈伟哲、黄昊天等。湘南学院物电系、电子技术教研室和实验中心的老师对该书的编写也提出了许多宝贵的意见和建议,在此谨向他们致以衷心的感谢。

本书的实验模式和实验内容安排是一种尝试,疏漏之处在所难免,恳请使用本书的教师和学生提出宝贵的意见和建议并反馈给我们,我们将非常感谢。

编 者

2012年6月

目 录

第 1 章 常用电子测量仪器简介	(1)
第 1 节 CA8020 型双踪示波器	(1)
第 2 节 YB1600P 系列函数信号发生器	(7)
第 3 节 YB2172 交流毫伏表	(12)
第 2 章 常用电子元器件的基础知识	(16)
第 1 节 电阻器和电容器的识别	(16)
第 2 节 万用电表对常用电子元器件的检测	(18)
第 3 章 电子测量中的误差分析及数据处理	(22)
第 1 节 误差分析	(22)
第 2 节 数据处理	(25)
第 4 章 模拟电子技术基础性实验	(27)
实验 1 常用电子仪器的使用	(27)
实验 2 晶体管共射极单管放大器	(31)
实验 3 场效应晶体管放大器	(38)
实验 4 负反馈放大器	(42)
实验 5 差动放大器	(45)
实验 6 集成运算放大器的基本应用(I)—模拟运算电路—	(49)
实验 7 集成运算放大器的基本应用(II)—有源滤波器—	(53)
实验 8 RC 正弦波振荡器	(58)
实验 9 OTL 低频功率放大器	(61)
实验 10 集成稳压电源	(64)
第 5 章 数字电子技术基础性实验	(71)
实验 1 TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	(71)
实验 2 CMOS 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	(75)
实验 3 组合逻辑电路的设计与测试	(78)
实验 4 译码器及其应用	(81)
实验 5 触发器及其应用	(86)
实验 6 计数器及其应用	(92)

实验 7 脉冲分配器及其应用	(96)
实验 8 555 时基电路及其应用	(99)
实验 9 D/A 和 A/D 转换器及其应用	(104)
第 6 章 电路分析基础性实验	(109)
实验 1 电路元件伏安特性测量	(109)
实验 2 基尔霍夫定律和叠加原理验证	(112)
实验 3 电压源、电流源及其等效变换	(115)
实验 4 戴维宁定理和最大功率传输定理验证	(118)
实验 5 受控源特性研究	(123)
实验 6 RC 一阶电路响应研究	(128)
实验 7 二阶电路响应研究	(133)
实验 8 R、L、C 元件阻抗特性测定	(137)
实验 9 交流电路参数测定	(140)
实验 10 RLC 串联谐振电路研究	(143)
第 7 章 电子技术综合性实验	(146)
实验 1 温度检测及控制电路	(146)
实验 2 运算放大器组成万用电表的设计与调试	(150)
实验 3 智力竞赛抢答装置	(153)
实验 4 电子秒表	(155)
实验 5 节日彩灯控制电路设计	(159)
实验 6 拔河游戏机	(162)
附 录	(167)
附录 1 万用电表对常用电子元器件检测	(167)
附录 2 电阻器的标称值和精度色环标志法	(170)
附录 3 部分集成电路引脚排列	(172)
参考文献	(181)

第 1 章 常用电子测量仪器简介

第 1 节 CA8020 型双踪示波器

一、概述

CA8020 型双踪示波器为便携式双通道示波器。本示波器垂直系统具有 0~20 MHz 的频带宽度和 5 mV/div~5 V/div 的偏转灵敏度,配以 10:1 的探极,灵敏度可达 5 V/div。本示波器在全频带范围内可以获得稳定触发,触发方式设有常态、自动、TV 和峰值自动,尤其是峰值自动给使用者带来了极大便利。内触设置了交替触发,可以稳定地显示两个频率不相关的信号。本示波器水平系统具有 0.5 s/div~0.2 μs/div 的扫描速度,并设有扩展×10,可将最快扫速度提高到 20 ns/div。

二、面板控制件介绍

CA8020 型双踪示波器的面板如图 1-1 所示,面板各控制件的名称及功能见表 1-1。

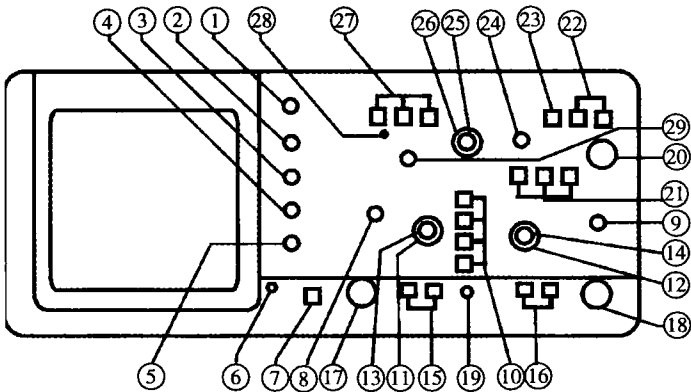


图 1-1 CA8020 型双踪示波器面板图

表 1-1 面板各控制件的名称及功能

序号	控制件名称	功 能
(1)	亮度	调节光迹的亮度
(2)	辅助聚焦	与聚焦配合,调节光迹的清晰度
(3)	聚焦	调节光迹的清晰度
(4)	迹线旋转	调节光迹与水平刻度线平行

续表

序号	控制件名称	功 能
(5)	校正信号	提供幅度为 0.5 V, 频率为 1 kHz 的方波信号, 用于校正 10 : 1 探极的补偿电容器和检测示波器垂直与水平偏转因数
(6)	电源指示	电源接通时, 灯亮
(7)	电源开关	电源接通或关闭
(8)	CH1 移位 PULL, CH1-X, CH2-Y	调节通道 1 光迹在屏幕上的垂直位置, 用作 X-Y 显示
(9)	CH2 移位 PULL, INVERT	调节通道 2 光迹在屏幕上的垂直位置, 在 ADD 方式时使 CH1 + CH2 或 CH1 - CH2
(10)	垂直方式	CH1 或 CH2: 通道 1 或通道 2 单独显示; ALT: 两个通道交替显示; CHOP: 两个通道断续显示, 用于扫速较慢时的双踪显示; ADD: 用于两个通道的代数和或差
(11)	垂直衰减器	调节垂直偏转灵敏度
(12)	垂直衰减器	调节垂直偏转灵敏度
(13)	微调	用于连续调节垂直偏转灵敏度, 顺时针旋足为校正位置
(14)	微调	用于连续调节垂直偏转灵敏度, 顺时针旋足为校正位置
(15)	耦合方式(AC-DC-GND)	用于选择被测信号馈入垂直通道的耦合方式
(16)	耦合方式(AC-DC-GND)	用于选择被测信号馈入垂直通道的耦合方式
(17)	CH1 OR X	被测信号的输入插座
(18)	CH2 OR Y	被测信号的输入插座
(19)	接地(GND)	与机壳相连的接地端
(20)	外触发输入	外触发输入插座
(21)	内触发源	用于选择 CH1、CH2 或交替触发
(22)	触发源选择	用于选择触发源为 INT(内)、EXT(外)或 LINE(电源)
(23)	触发极性	用于选择信号的上升沿或下降沿触发扫描
(24)	电平	用于调节被测信号在某一电平的触发扫描
(25)	微调	用于连续调节扫描速度, 顺时针旋足为校正位置
(26)	扫描速率	用于调节扫描速度

续表

序号	控制件名称	功 能
(27)	触发方式	常态(NORM):无信号时,屏幕上无显示;有信号时,与电平控制配合显示稳定波形。 自动(AUTO):无信号时,屏幕上显示光迹;有信号时,与电平控制配合显示稳定波形。 电视场(TV):用于显示电视场信号。 峰值自动(p-p, AUTO):无信号时,屏幕上显示光迹;有信号时,无须调节电平即能获得稳定的波形显示
(28)	触发指示	在触发扫描时,指示灯亮
(29)	水平移位 PULL×10	调节光迹线在屏幕上的水平位置,拉出时扫描速度扩展 10 倍

三、操作方法

1. 电源检查

CA8020 双踪示波器电源电压为(220 V±10%)。接通电源前,检查当地的电源电压,如果不相符合,则严禁使用!

2. 面板一般功能检查

(1) 将有关面板控制件按照表 1-2 中的规定置位。

表 1-2 CA8020 双踪示波器面板控制件置位情况

控制件名称	作用位置	控制件名称	作用位置
亮度	居中	触发方式	峰值自动
聚焦	居中	扫描速率	0.5 ms/div
位移	居中	极性	正极
垂直方式	CH1	触发源	INT
灵敏度选择	10 mV/div	内触发源	CH1
微调	校正位置	输入耦合	AC

(2) 接通电源,电源指示灯亮,稍微预热后,屏幕上出现扫描光迹,分别调节亮度、聚焦、辅助聚焦、迹线旋转、垂直、水平移位等控制件,使光迹清晰并与水平刻度线平行。

(3) 用 10 : 1 探极将校正信号输入至 CH1 输入插座。

(4) 调节示波器有关控制件,使荧光屏上显示稳定且易观察的方波波形。

(5) 将探极换至 CH2 输入插座,垂直方式置“CH2”,内触发源置“CH2”,重复(4)操作。

3. 垂直系统的操作

(1) 垂直方式的选择

当只需观察一路信号时,将“垂直方式”开关置“CH1”或“CH2”,此时被选中的通道有效,被测信号可以从通道端口输入。当需要同时观察两路信号时,将“垂直方式”开关置“交

替”,该方式使两个通道的信号交替显示,交替显示的频率受扫描周期控制。当扫速低于一定频率时,交替方式显示会出现闪烁,此时应将开关置于“断续”位置。当需要观察两路信号的代数与时,将“垂直方式”开关置于“代数和”位置,在选择这种方式时,两个通道的衰减设置必须一致,CH2 移位处于常态时为 $CH1+CH2$,CH2 移位拉出时为 $CH1-CH2$ 。

(2) 输入耦合方式的选择

直流(DC)耦合:适用于观察包含直流成分的被测信号,如信号的逻辑电平和静态信号的直流电平等,当被测信号的频率很低时,也必须采用这种耦合方式。

交流(AC)耦合:信号中的直流分量被隔断,用于观察信号的交流分量,如观察较高直流电平上的小信号等。

接地(GND):通道输入端接地(输入信号断开),用于确定输入为零时光迹所处的位置。

(3) 灵敏度选择(V/div)的设定

按被测信号幅值的大小选择合适的挡级。“灵敏度选择”开关外旋钮为粗调,中心旋钮为微调(微调),微调旋钮按顺时针方向旋足至校正位置时,可根据粗调旋钮的示值(V/div)和波形在垂直轴方向上的格数读出被测信号的幅值。

4. 触发源的选择

(1) 触发源选择

当触发源开关置于“电源”触发,机内 50 Hz 信号输入触发电路。当触发源开关置于“常态”触发,有两种选择,一种是“外触发”,由面板上外触发输入插座输入触发信号;另一种是“内触发”,由内触发源选择开关控制。

(2) 内触发源选择

“CH1”触发:触发源取自通道 1。

“CH2”触发:触发源取自通道 2。

“交替触发”:触发源受垂直方式开关控制,当垂直方式开关置于“CH1”,触发源自动切换到通道 1;当垂直方式开关置于“CH2”,触发源自动切换到通道 2;当垂直方式开关置于“交替”,触发源与通道 1 和通道 2 同步切换,在这种状态使用时,两个不相关信号的频率不应相差很大,同时垂直输入耦合应置于“AC”,触发方式应置于“自动”或“常态”;当垂直方式开关置于“断续”和“代数和”时,内触发源选择应置于“CH1”或“CH2”。

5. 水平系统的操作

(1) 扫描速度选择(t/div)的设定

按照被测信号频率高低选择合适的挡级,“扫描速率”开关外旋钮为粗调,中心旋钮为微调(微调),微调旋钮按顺时针方向旋足至校正位置时,可根据粗调旋钮的示值(t/div)和波形在水平轴方向上的格数读出被测信号的时间参数。当需要观察波形某一个细节时,可以进行水平扩展 $\times 10$,此时原波形在水平轴方向上被扩展 10 倍。

(2) 触发方式的选择

“常态”:无信号输入时,屏幕上无光迹显示;有信号输入时,触发电平调节在合适位置上,电路被触发扫描。当被测信号的频率低于 20 Hz 时,必须选择这种方式。

“自动”:无信号输入时,屏幕上有光迹显示;一旦有信号输入时,电平调节在合适的位置上,电路自动转换到触发扫描状态,显示稳定的波形。当被测信号的频率高于 20 Hz 时,最常用的就是这种方式。

“电视场”:对电视信号中的场信号进行同步,如果是正极性,则可以由 CH2 输入,借助于 CH2 移位拉出,把正极性转变为负极性后测量。

“峰值自动”:这种方式同自动方式,但无须调节电平即能同步,它一般适用于正弦波、对称方波或占空比相差不大的脉冲波等。对于频率较高的测试信号,有时也要借助于电平调节,它的触发同步灵敏度要比“常态”或“自动”稍微低一些。

(3) “极性”的选择

其用于选择被测信号上升沿或下降沿去触发扫描。

(4) “电平”的位置

其用于调节被测信号在某一合适电平上启动扫描,当产生触发扫描后,触发指示灯亮。

四、测量电参数

1. 电压的测量

示波器的电压测量实际上是对所显示波形的幅度进行测量,测量时应使被测波形稳定地显示在荧光屏的中央,幅度一般不宜超过 6 div,以免非线性失真造成测量误差。

(1) 交流电压的测量

① 将信号输入至 CH1 插座或 CH2 插座,将垂直方式置于被选用的通道。

② 将 Y 轴“灵敏度微调”旋钮置于校准位置,调整示波器的有关控制件,使荧光屏上显示稳定易观察的波形,则交流电压幅值为:

$$V_{pp} = \text{垂直方向格数}(\text{div}) \times \text{垂直偏转因数}(\text{V/div})$$

(2) 直流电平的测量

① 设置面板控制件,使屏幕显示扫描基线。

② 设置被选用通道的输入耦合方式为“GND”。

③ 调节垂直移位,将扫描基线调至合适的位置,作为零电平基准线。

④ 将“灵敏度微调”旋钮置于校准位置,输入耦合方式置“DC”,被测电平由相应 Y 输入端输入,这时扫描基线将偏移,读出扫描基线在垂直方向偏移的格数(div),则有:

$$\text{被测电平}(\text{V}) = \text{垂直方向偏移格数}(\text{div}) \times \text{垂直偏转因数}(\text{V/div}) \times \text{偏转方向}(+ \text{或} -)$$

上式中,基线向上偏移取正号,基线向下偏移取负号。

2. 时间的测量

时间测量是指对脉冲波形的宽度、周期、边沿时间及两个信号波形间的时间间隔(相位差)等参数的测量。一般要求被测部分在荧光屏 X 轴方向上应占(4~6) div。

(1) 时间间隔的测量

对于某个波形中两点间的时间间隔测量,测量时先将“扫描微调”旋钮置于校准位置,调整示波器有关控制件,使荧光屏上波形在 X 轴方向上大小适中,读出波形中需测量两点间水平方向上的格数,则时间间隔为:

$$\text{时间间隔} = \text{两点之间水平方向格数}(\text{div}) \times \text{扫描时间因数}(\text{t/div})$$

(2) 脉冲边沿时间的测量

上升(或下降)时间的测量方法与时间间隔的测量方法一样,只不过它是测量被测波形满幅度的 10% 和 90% 两点之间水平方向上的距离,如图 1-2 所示。

使用示波器观察脉冲波形的上升边沿及下降边沿时,必须合理地选择示波器的触发极

性(用触发极性开关控制)。显示波形的上升边沿用“+”极性触发,显示波形的下降边沿用“-”极性触发。如果波形的上升边沿或下降边沿较快则可将水平扩展 $\times 10$,使波形在水平方向上扩展 10 倍,则上升(或下降)时间可以表示为:

$$\text{上升(或下降)时间} = \frac{\text{水平方向格数(div)} \times \text{扫描时间因数}(t/\text{div})}{\text{水平扩展倍数}}$$

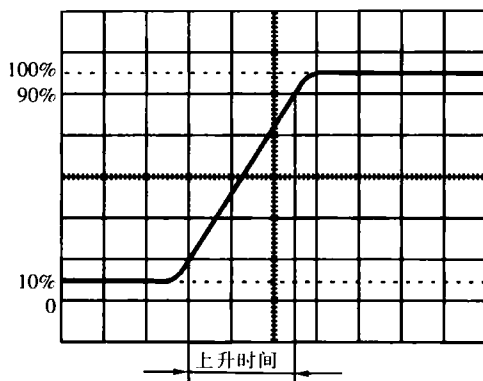


图 1-2 上升(或下降)时间的测量波形

3. 相位差的测量

- (1) 将参考信号和一个待比较信号分别馈入“CH1”和“CH2”输入插座。
- (2) 根据信号的频率,将垂直方式置于“交替”或“断续”
- (3) 设置内触发源至参考信号那个通道。
- (4) 将 CH1 和 CH2 输入耦合方式置于“上”,调节 CH1 和 CH2 的移位旋钮,使两条扫描基线重合。
- (5) 将 CH1 和 CH2 输入耦合方式置于“AC”,调节有关控制件,使荧光屏上显示大小适中、便于观察的两路信号,如图 1-3 所示。读出两波形水平方向上的差距格数 D 及信号周期所占格数 T ,则相位差可以表示为:

$$\theta = \frac{D}{T} \times 360^\circ$$

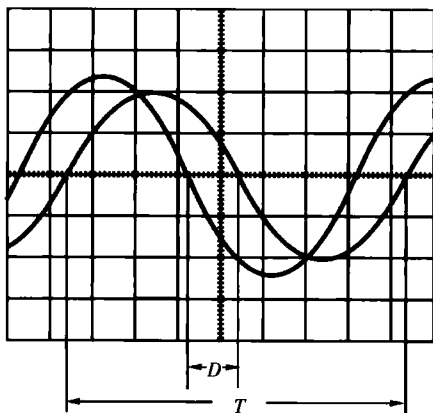


图 1-3 相位差的测量波形

第 2 节 YB1600P 系列函数信号发生器

YB1600P 系列函数信号发生器具有数字频率计、计数器及电压显示等功能,该仪器功能齐全,各端口具有保护功能,可有效防止输出短路和外电路电流的倒灌对仪器造成的损坏,大大提高了整机的可靠性。YB1600P 系列函数信号发生器广泛适用于教学、电子实验、科研开发、邮电通信、电子仪器测量等领域。

一、YB1600P 系列函数信号发生器的技术指标

1. 电压输出(VOLTAGE OUT)

YB1600P 系列函数信号发生器的电压输出技术指标,见表 1-3。

表 1-3 YB1600P 系列函数信号发生器的电压输出技术指标

型 号	YB1602P	YB1605P	YB1610P	YB1615P	YB1620P
频率范围	0.2 Hz~2 MHz	0.5 Hz~5 MHz	0.1 Hz~10 MHz	0.15 Hz~15 MHz	0.2 Hz~20 MHz
频率分挡	7 挡 10 进制		8 挡 10 进制		
频率调整率	0.1~1				
输出波形	正弦波、方波、三角波、脉冲波、斜波、50 Hz 正弦波				
输出阻抗	50 Ω				
输出信号类型	单频、调频、扫频				
扫频类型	线性、对数				
扫频速率	5 s~10 ms				
VCF 电压范围	0~5 V,压控比 $\geq 100:1$				
外调频电压	0~3 V_{pp}				
外调频频率	10 Hz~20 kHz				
输出电压幅度	20 V_{pp} (1 M Ω),10 V_{pp} (50 Ω)				
输出保护	短路,抗输入电压: ± 35 V(1 min)				
正弦波失真度	≤ 100 kHz,2%; >100 kHz,30 dB				
频率响应	± 0.5 dB	≤ 5 MHz, ± 0.5 dB >5 MHz, ± 1 dB	≤ 5 MHz, ± 0.5 dB >5 MHz, ± 1.5 dB	≤ 10 MHz, ± 1 dB >10 MHz, ± 2 dB	
三角波线性	≤ 100 kHz,98%; >100 kHz,95%				
对称度调节	20%~80%				
直流偏置	± 10 V(1 M Ω); ± 5 V(50 Ω)				

续表

型 号	YB1602P	YB1605P	YB1610P	YB1615P	YB1620P
方波上升时间	100 ns 5 V_{pp} , 1 MHz	50 ns 5 V_{pp} , 1 MHz	25 ns 5 V_{pp} , 1 MHz	20 ns 5 V_{pp} , 1 MHz	17 ns 5 V_{pp} , 1 MHz
衰减精度	$\leq \pm 3\%$				
对称度对 频率影响	$\pm 10\%$				
50 Hz 正弦输出	约 2 V_{pp}				

2. TTL/CMOS 输出

YB1600P 系列函数信号发生器的 TTL/CMOS 输出技术指标,见表 1-4。

表 1-4 YB1600P 系列函数信号发生器的 TTL/CMOS 输出技术指标

型 号	YB1602P	YB1605P	YB1610P	YB1615P	YB1620P
输出幅度	“0”: $\leq 0.6\text{ V}$; “1”: $\geq 2.8\text{ V}$				
输出阻抗	600 Ω				
输出保护	短路,抗输入电压 $\pm 35\text{ V}$ (1 min)				

3. 频率计数

YB1600P 系列函数信号发生器的频率计数技术指标,见表 1-5。

表 1-5 YB1600P 系列函数信号发生器的频率计数技术指标

型 号	YB1602P	YB1605P	YB1610P	YB1615P	YB1620P
测量精度	6 位, $\pm 1\%$, ± 1 个字				
分辨率	0.1 Hz				
闸门时间	10 s, 1 s, 0.1 s				
外测频范围	1 Hz~10 MHz	1 Hz~10 MHz	1 Hz~30 MHz	1 Hz~30 MHz	1 Hz~30 MHz
外测频灵敏度	100 mV	100 mV	200 mV	200 mV	200 mV
计数范围	6 位(999999)				

4. 功率输出

(1) 频率范围(3 dB 带宽)。YB1600P 系列函数信号发生器的频率范围技术指标,见表 1-6。

表 1-6 YB1600P 系列函数信号发生器的频率范围技术指标

型号	YB1602P	YB1605P	YB1610P	YB1615P	YB1620P
	1-5 挡	1-5 挡	1-6 挡	1-6 挡	1-6 挡
方波	20 kHz	30 kHz	30 kHz	30 kHz	30 kHz
三角波	20 kHz	30 kHz	30 kHz	30 kHz	30 kHz
正弦波	20 kHz	50 kHz	100 kHz	100 kHz	100 kHz

- (2) 输出电压: $35 V_{pp}$ 。
- (3) 输出功率: $\geq 10 W$ 。
- (4) 直流电平偏移范围: $+15 \sim -15 V$ 。
- (5) 输出负载阻抗。输出负载阻抗的技术指标,具体见表 1-7。

表 1-7 输出负载阻抗的技术指标

输出电压	正弦波、三角波	方波
$\leq 35 V_{pp}$	15Ω	30Ω
$\leq 30 V_{pp}$	10Ω	16Ω
$\leq 25 V_{pp}$	8Ω	10Ω
$\leq 20 V_{pp}$	8Ω	8Ω

5. 电源装置

电源电压: $(220 V \pm 10\%)$; 电源频率: $(50 Hz \pm 5\%)$; 视在功率: 约 $10 VA$; 电源保险丝: BGXP-1-0.5A。

二、使用注意事项

1. 工作环境和电源应满足技术指标中给定的要求。
2. 初次使用本机或久储后再用,建议放置通风和干燥处几小时后通电 $1 \sim 2 h$ 再使用。
3. 为了获得高质量的小信号(mV 级),可暂时将“外测开关”置“外”以降低数字信号的波形干扰。
4. 外测频时,先选择高量程挡,然后根据测量值选择合适的量程,确保测量精度。
5. 电压幅度输出、TTL/CMOS 输出要尽可能避免长时间短路或电流倒灌。
6. 各输入端口输入电压不要高于 $|\pm 35 V|$ 。
7. 功率输出过载或短路后,机内自动保护开始工作,恢复需要 $10 s$ 以上。
8. 为了观察准确的函数波形,建议示波器的带宽应高于该仪器上限频率的 2 倍。

三、面板操作键的作用说明(以下 1~22 对应于两图中的①~②)

YB1600P 系列函数信号发生器的前面板,如图 1-4 所示,YB1600P 系列函数信号发生器的后面板,如图 1-5 所示。

1. 电源开关(POWER):将电源开关按键弹出即为“关”位置,将电源线接入,按电源开关,以接通电源。
2. LED 显示窗口:此窗口指示输出信号的频率,当“外测”开关按入,显示外测信号的频率。如果超出测量范围,溢出指示灯亮。
3. 频率调节旋钮(FREQUENCY):调节此旋钮以改变输出信号的频率,顺时针旋转,频率增大,逆时针旋转,频率减小,微调旋钮可以用于微调频率。
4. 占空比(DUTY):包括占空比开关和占空比调节旋钮,将占空比开关按入,占空比指示灯亮,调节占空比旋钮,可以改变波形的占空比。
5. 波形选择开关(WAVE FORM):按对应波形的某一键,可以选择需要的波形。
6. 衰减开关(ATTEN):电压输出衰减开关,两挡开关组合为 $20 dB$ 、 $40 dB$ 、 $60 dB$ 。

7. 频率范围选择开关(并兼频率计闸门开关):根据所需要的频率,按其中一键。
8. 计数、复位开关:按计数键,LED 显示开始计数,按复位键,LED 显示全为 0。

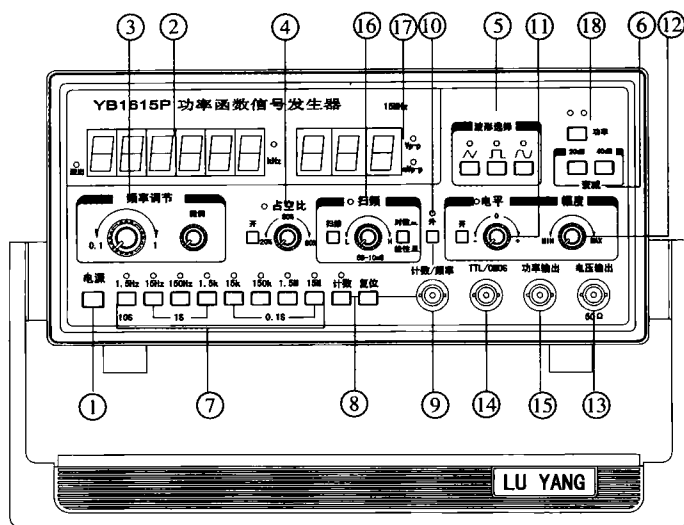


图 1-4 YB1600P 系列函数信号发生器的前面板

9. 计数/频率端口:计数和外测频率输入端口。
10. 外测频开关:此开关按入,LED 显示窗显示外测信号频率或计数值。
11. 电平调节:电平调节开关按入,电平指示灯亮,此时调节电平调节旋钮,可以改变直流偏置电平。
12. 幅度调节旋钮(AMPLITUDE):顺时针调节此旋钮,可增大电压输出幅度,逆时针调节此旋钮,可减小电压输出幅度。

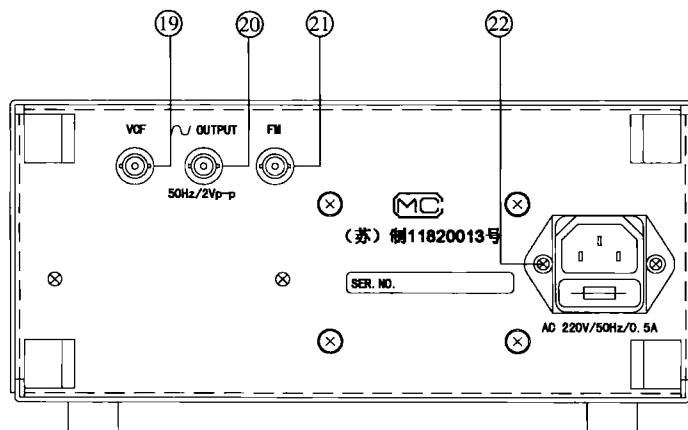


图 1-5 YB1600P 系列函数信号发生器的后面板

13. 电压输出端口(VOLTAGE OUT):电压由此端口输出。
14. TTL/CMOS 输出端口:TTL/CMOS 信号由此端口输出。
15. 功率输出端口:功率由此端口输出。
16. 扫频:扫频开关按入,电压输出端口输出的信号为扫频信号,调节速率旋钮,可以改变扫频速率,改变线性/对数开关可以产生线性扫频和对数扫频。

17. 电压输出指示:3 位 LED 显示输出电压值,输出端接 $50\ \Omega$ 负载时应将读数除以 2。
18. 功率输出按键:按键上方按入时,左边绿色指示灯亮,功率输出端口输出信号,当输出过载时,右边红色指示灯亮。
19. 压控调频(VCF):由此端口输入电压以控制频率的变化。
20. 50 Hz 正弦波输出端口:由此端口输出频率为 50 Hz,幅度约 $2\ V_{pp}$ 的正弦波。
21. 调频(FM)输入端口:外调频波由此端口输入。
22. 交流电源 220 V 输入插座:220 V 交流电由此端口输入。

四、基本操作方法

打开电源开关之前,首先检查输入电压,将电源线插入后面板上的电源插孔,设定各个控制键,具体设定情况见表 1—8。

表 1—8 各个控制键的具体设定情况

控制键	设定情况
电源(Power)	电源开关弹出
衰减开关(Atte)	衰减开关弹出
外测频(COUNTER)	外测频开关弹出
电平	电平开关弹出
扫频	扫频开关弹出
占空比	占空比开关弹出

所有控制键按表 1—8 设定好之后,打开电源开关,函数信号发生器默认 10 kHz 挡的正弦波,LED 显示窗口显示本机输出信号的频率。

1. 电压输出信号接入

将电压输出信号由幅度端口(VOLTAGE OUT)通过连接线送入示波器 Y 输入端口。

2. 三角波、方波、正弦波产生

(1) 将波形选择开关(WAVE FORM)分别置于正弦波、方波、三角波的位置,此时示波器屏幕上将分别显示正弦波、方波和三角波。

(2) 改变频率选择开关,示波器屏幕上显示的波形以及 LED 窗口中显示的频率将发生明显变化。

(3) 将幅度旋钮(AMPLITUDE)顺时针旋至最大位置,示波器屏幕上显示的波形幅度将大于 $20\ V_{pp}$ 。

(4) 将电平开关按入,顺时针旋转电平旋钮至最大,示波器屏幕上的波形向上移动,逆时针旋转,示波器屏幕上的波形向下移动,最大变化量在 $|\pm 10\ V|$ 左右。值得注意的是,信号超过 $|\pm 10\ V|$ 或 $|\pm 5\ V|$ ($50\ \Omega$) 时即被限幅。

(5) 按下衰减开关,输出波形将被衰减。

3. 计数、复位

(1) 按复位键,LED 窗口中显示全为 0。

(2) 按计数键,计数/频率输入端输入信号时,LED 窗口中显示开始计数。