

新世纪理工系列

通信原理 应用实践指导

杨旭峰 刘岩涛 编

NEW CENTURY

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

TN911-33/5

2008

通信原理应用实践指导

杨旭峰 刘岩涛 编

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是根据通信专业教学大纲并配合通信原理课程所编写的通信原理应用实践指导教材。主要介绍了模拟和数字通信中的验证性实验和现代通信中二次开发性的综合性实验。本书包括:通信原理实验设备的使用方法,通信中基础性实验的原理性的分析及详细的实验方法步骤。例如,码型变换,ASK、FSK、PSK、MSK的产生,眼图实验等。对通信专业的课程设计、毕业设计中常用的MAX+PLUS II软件进行了详细地介绍,并介绍了2FSK、密勒码等二次开发综合性实验的产生方法、程序及实验步骤。

图书在版编目(CIP)数据

通信原理应用实践指导/杨旭峰,刘岩涛编.—哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2008.2
ISBN 978-7-81133-174-5

I.通… II.①杨…②刘… III.通信理论-实验-高等学校-教材 IV.TN911-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第022129号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街124号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 10.25
字 数 190千字
版 次 2008年3月第1版
印 次 2008年3月第1次印刷
定 价 14.00元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

通信技术的发展日新月异,学习通信专业的学生和科技人员不但需要掌握扎实的基础理论知识,还要掌握较强的动手能力,如何加强理论课程的学习,加深学生对本课程中的基本理论知识及基本概念的理解,提高学生理论联系实际的能力,如何培养学生实践动手能力和分析解决通信工程中实际问题的能力是通信原理教学的当务之急。而通信原理实验课程就是一种重要的教学手段和途径。本通信原理实验指导书将通信原理的基础知识灵活地应用在实验教学环节中。可独立也可组合、综合实施多项实验或示教。本实验系统力求电路原理清楚,重点突出,实验内容丰富。其电路设计构思新颖,技术先进,具有一定的代表性。同时,注重理论分析与实际动手相结合,以理论指导实验,以实践验证基本原理,旨在提高学生分析问题、解决问题的能力及动手能力,并通过有目的地选择完成实验项目及二次开发,使学生进一步巩固理论基本知识,建立完整的通信系统的概念。该实验指导书以湖北众友公司的 ZY12Com23BF 型号的实验箱作为实验设备。

本书由杨旭峰、刘岩涛编写,形彦辰主审。在编写过程中,温海洋、刘显忠、郭宏、赵建新等人予以帮助与指导,在这里一并表示感谢。由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2008年2月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 通信原理实验须知	1
第 2 章 常用实验测量仪器、仪表的使用方法	3
2.1 UNI - T51 型数字万用表	3
2.2 DS 5102CA 数字存储示波器简介	4
第 3 章 通信原理基础实验	13
3.1 验证性实验	13
实验 1 基础实验——信号源、终端、频谱分析	13
实验 2 码型变换实验	24
实验 3 常规双边带调幅与解调实验	30
实验 4 脉冲幅度调制与解调实验	35
实验 5 信道模拟实验	39
实验 6 振幅键控、移频键控、移相键控调制实验	45
实验 7 振幅键控、移频键控、移相键控解调实验	52
实验 8 脉冲编码调制与解调实验	58
实验 9 增量调制与解调实验	65
实验 10 同步信号提取实验	72
3.2 综合性实验	83
实验 11 QPSK 调制与解调	83
实验 12 直接扩频与 CDMA 实验	86
实验 13 现代数字调制、解调实验	96
实验 14 电话接口及其 PCM 编译码和时分复用实验	117
实验 15 通信系统实验	123
第 4 章 MAX + PLUS II 仿真软件简介	126
4.1 MAX + PLUS II 功能	126
4.2 MAX + PLUS II 安装	127
4.3 MAX + PLUS II 应用举例	135
第 5 章 通信系统综合设计性实验	145
5.1 2FSK 信号的产生	145
5.2 Miller 码信号的产生	152
5.3 利用集成电路实现 2ASK 信号的产生	154

第1章 绪 论

1.1 通信原理实验须知

1.1.1 实验课目的和要求

通信原理实验是通信原理教学的实践性很强的后续课程。实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,更重要的是要训练学生的实验技能,使学生学会独立进行实验,养成工程实际能力和严谨的科学作风。

对学生实验技能训练的具体要求是:

- ①能正确选择、使用常用的仪器仪表和常用的电子设备;
- ②能独立参考电路图进行正确接线和查线;
- ③学习查阅手册,初步掌握常用电子元器件使用的基本知识;
- ④能准确读取实验数据,观察实验现象,测绘波形曲线;学会查找和排除简单的故障;
- ⑤能整理分析实验数据,独立写出内容完整、条理清楚和整洁的实验报告。

1.1.2 实验课的几个阶段的具体要求

为了培养学生分析问题与解决问题的能力,充分发挥他们的主动性,提高实验课的质量,对学生在通信原理实验的课前预习、实验进行和课后总结三个阶段提出以下具体要求。

1. 课前预习阶段

①通过阅读实验教材及有关参考书,思考预习要求中的思考题,明确实验目的,理解有关原理,熟悉实验电路和内容,了解或拟定主要实验步骤。

②列出所使用的实验模块和仪器设备、仪表。

③列出测量数据的表格和要观察的现象,并初步估算或分析实验结果,了解实验中的注意事项。

2. 实验进行阶段

①进实验室后要自觉遵守实验室规则。

②实验前先检查和熟悉仪器、设备的性能和使用方法,按实验内容合理布置实验现场,并按实验方案连接实验电路。接线完毕后,要认真复查,确信无误后,经教师检查同意,方可接通电源进行实验。

③认真记录实验数据、波形,并分析是否正确。若发生故障,应尽量独立分析和排除,并记录排除故障的方法。

④实验完毕后,原始记录应交指导老师审阅签字,经教师同意后才能拆除线路,将仪器设备整理复原。

⑤实验过程中如果发生事故应立即切断电源,保持现场,报告指导教师。

3. 课后总结阶段

做完实验后,应及时处理实验数据,根据要求一律用学校规定的实验报告纸撰写实验报告。实验报告要求文字通顺、简练,数据、图表齐全、规范正确,书写整洁。实验报告的具体内容包括:

- ①实验目的;
- ②实验电路图及主要仪器设备的型号、规格;
- ③实验教材要求课前完成的预习内容;
- ④认真整理和处理实验原始数据,规范地描绘波形或画出曲线;
- ⑤按实验教材要求完成总结、问题讨论和本次实验的心得体会以及对改进实验的建议。记录产生故障的情况,说明故障排除的方法。

1.1.3 实验室安全操作规则

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操作规则。

- ①接线、改线、拆线都必须在切断电源的情况下进行,即先接线后通电,先断电后拆线。
- ②接线完毕后,要认真复查,确定无误后,再通知同组同学,方可接通电源。
- ③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或连接点等裸露的带电部位。万一遇到触电事故,应立即切断电源,进行必要的处理。
- ④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、异声、冒烟、火花等,应立即切断电源,并请教师检查。
- ⑤室内仪器设备不能任意搬动调换,非本次实验所用的仪器设备,未经教师允许不得动用。没有弄懂仪表、仪器、设备及元器件的使用方法前,不要贸然使用。若损坏仪器设备,必须立即报告教师,作书面检查,如为责任事故要酌情赔偿。
- ⑥注意仪器仪表允许的安全电压(或电流),切勿超过。当被测量的大小未知时,应从仪表的最大量程开始测试,然后逐渐减小量程。

第2章 常用实验测量仪器、仪表的使用方法

2.1 UNI-T51型数字万用表

数字式万用表是采用集成电路模/数(A/D)转换器和液晶显示器,将被测量的数值直接以数字形式显示出来的一种电子测量仪表。

1. 主要特点

- (1)数字显示,直观准确,无视觉误差,并具有极性自动显示功能。
- (2)测量精度和分辨率都很高。
- (3)输入阻抗高,对被测电路影响小。
- (4)电路的集成度高,便于组装和维修,使数字万用表的使用更为可靠和耐用。
- (5)测试功能齐全。
- (6)保护功能齐全,有过压、过流保护、过载保护和超输入显示功能。
- (7)功耗低,抗干扰能力强,在磁场环境下能正常工作。
- (8)便于携带,使用方便。

2. 使用方法

以 UNI-T51 型数字万用表为例,其面板如图 2-1 所示。

(1)测直流电压

量程开关拨到“DCV”范围内的合适量程。红表笔接“V·Ω”孔;黑表笔接“COM”孔。当测量值显示前有“-”号时表示黑表笔测试端为高电位,红表笔测试端为低电位。反之,测量值显示前无“-”号。

(2)测交流电压

量程开关拨至“ACV”范围内的合适量程,表笔接法同上。但显示值前不会有“-”号。

(3)测直流电流

量程开关拨至“DCA”范围内的合适量程,黑表笔接“COM”孔。当待测量小于 2 A 时,红表笔接“A”孔;当待测量大于 2 A,小于 10 A 时,红表笔接“10 A”孔。当测量值显示前有“-”号时表示电流方向是从黑表笔流进,红表笔流出。

(4)测交流电流

量程开关拨至“ACA”范围内的合适量程,表笔接法同(3)。

(5)测电阻

量程开关拨至“Ω”范围内的合适量程,红表笔接“V·Ω”孔,黑表笔接“COM”孔。如果被测电阻阻值较小,注意应把表笔导线本身的电阻减去。

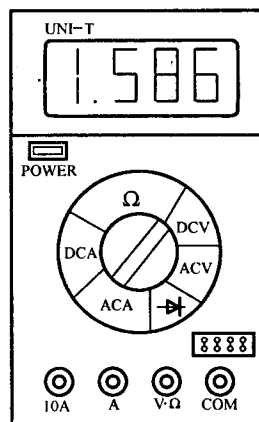



图 2-1 UNI-T51 型数字万用表

(6) 二极管检测

量程开关拨至“”位置,表笔接法同(5),当红表笔接二极管正端,黑表笔接二极管的负端,此时二极管正向导通(注意与指针式万用表不同),显示值为二极管的正向压降。当二极管反接时则显示过量程“1”。

(7) 用蜂鸣器作通路检查

量程开关拨至“(·))”位置,表笔接法同(5)。将表笔接至被检查的电路(被检电路断开电源)位置,如果所查电路的电阻在 $20\ \Omega$ 以下,表内蜂鸣器发声,表示电路导通。

(8) 测量晶体管的电流放大倍数

根据晶体管是 NPN 或 PNP 型将量程拨至相应档位,将晶体管直接插入 E、B、C 的各个相应插孔,即可直接读出其电流放大倍数。当测量值超过量程时,最高位显示“1”,而其他各位无显示。当显示器的最高位前显示“←”时,表示电池供电不足,需更换。否则测量值不准确。更换电池时,切记电源开关务必拨在“OFF”位置! 使用完毕,切记将电源开关拨在“OFF”位置。

2.2 DS 5102CA 数字存储示波器简介

本节说明和介绍了 DS 5102CA 型数字存储示波器。

DS 5102CA 型示波器实现了易用性,优异的技术指标及众多功能特性的完美结合,可帮助用户更快地完成工作任务。

DS 5102CA 型示波器向用户提供简单而功能明晰的前面板,可进行所有的基本操作。各通道的标度和位置旋钮提供了直观的操作,完全符合传统仪器的使用习惯,用户不必花大量的时间去学习和熟悉示波器的操作,即可熟练使用。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档位设置。

除易于使用之外,DS 5102CA 型示波器还具有更快完成测量所需要的高性能指标和强大功能。强大的触发和分析能力使其易于捕获和分析波形。清晰的液晶显示和数字运算功能,便于用户更快更清晰地观察和分析信号问题。此外,用户可以通过选装扩展功能模块,获得增强的系统功能。

1. DS 5102CA 型示波器的前面板和用户界面介绍

DS 5102CA 型示波器向用户提供简单而功能明晰的前面板,以进行基本的操作。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。显示屏右侧的一列 5 个灰色按键为菜单操作键(自上而下定义为 1 号至 5 号)。通过它们,您可以设置当前菜单的不同选项。其他按键(包括彩色按键)为功能键,通过它们,您可以进入不同的功能菜单或直接获得特定的功能应用。

2. 垂直系统介绍

如图 2-4 所示,在垂直控制区(VERTICAL)有一系列的按键、旋钮。

(1) 使用垂直 **POSITION** 旋钮在波形窗口居中显示信号。

垂直 **POSITION** 旋钮控制信号的垂直显示位置。当转动垂直 **POSITION** 旋钮时,指示通

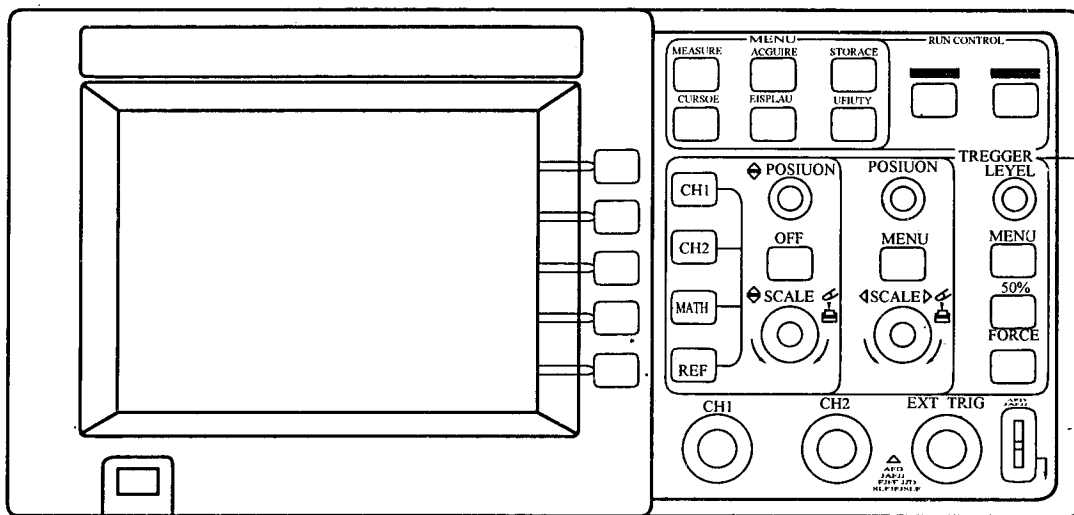


图 2-2 DS 5102CA 型示波器前面板

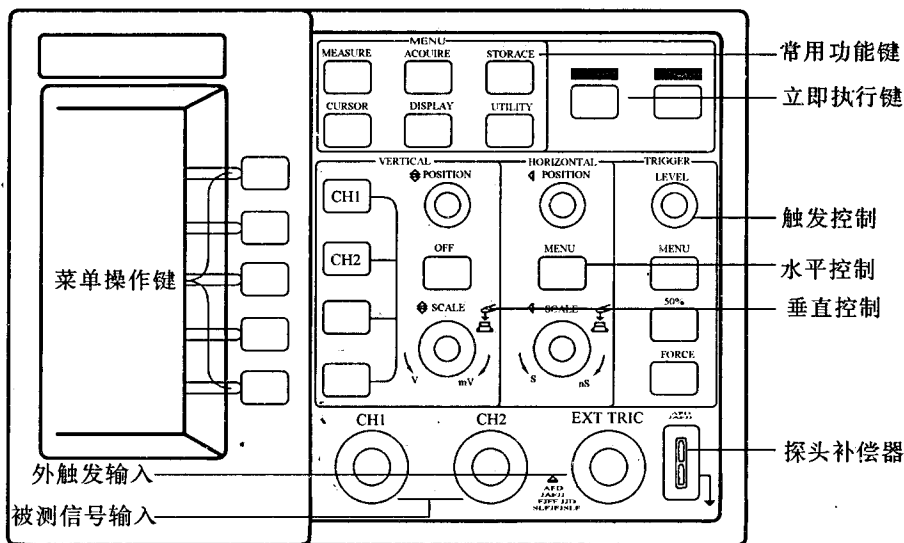


图 2-3 DS 5102CA 面板操作说明图

道地(GROUND)的标识跟随波形而上下移动。

(2)改变垂直设置,并观察因此导致的状态信息变化。

您可以通过波形窗口下方的状态栏显示的信息,确定任何垂直档位的变化。

①转动垂直[SCALE]旋钮改变“Volt/div(伏/格)”垂直档位,可以发现状态栏对应通道的档位显示发生了相应的变化。

②按 **CH1**、**CH2**、**MATH**、**REF**，屏幕显示对应通道的操作菜单、标志、波形和档位状态信息。按 **OFF** 按键关闭当前选择的通道。

注意：**OFF** 按键具备关闭菜单的功能。当菜单未隐藏时，按 **OFF** 按键可快速关闭菜单。如果在按 **CH1** 或 **CH2** 后立即按 **OFF**，则同时关闭菜单和相应通道。

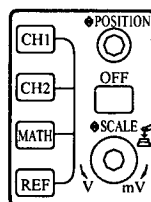


图 2-4 垂直控制区

(3) CH1、CH2 通道的设置

每个通道有独立的垂直菜单。每个项目都按不同的通道单独设置。

按 **CH1** 或 **CH2** 功能按键，系统显示 CH1 通道的操作菜单，说明见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1

功能菜单	设定	说明
耦合	交流 直流 接地	阻挡输入信号的直流成分 通过输入信号的交流和直流成分 断开输入信号
带宽限制	打开 关闭	限制带宽至 20 MHz，以减少显示噪音 满带宽
探头	1X 10X 100X 1000X	根据探头衰减因数选取其中一个值，以保持垂直标尺读取准确
数字滤波		设置数字滤波(见表 2-5)
↓ (下一页)	1/2	进入下一页菜单(以下均同,不再说明)

表 2-2

↑ (上一页)	2/2	返回上一页菜单(以下均同,不再说明)
档位调节	粗调 微调	粗调按 1-2-5 进制设定垂直灵敏度 微调则在粗调设置范围之间进一步细分,以改善分辨率
反相	打开 关闭	打开波形反向功能 波形正常显示
输入	1 MΩ 50 Ω	设置通道输入阻抗为 1 MΩ 设置通道输入阻抗为 50 Ω

3. 水平系统介绍

如图 2-5 所示,在水平控制区(HORIZONTAL)有一个按键、两个旋钮。

(1)使用水平 **SCALE** 旋钮改变水平档位设置,并观察因此导致的状态信息变化。

转动水平 **SCALE** 旋钮改变“S/div(秒/格)”水平档位,可以发现状态栏对应通道的档位显示发生了相应的变化。水平扫描速度从 1 ns^* 至 50 s ,以 1-2-5 的形式步进,在延迟扫描状态可达到 10 ps/div^* 。

*注:示波器型号不同,其水平扫描和延迟扫描速度也有差别。

(2)使用水平 **POSITION** 旋钮调整信号在波形窗口的水平位置。

水平 **POSITION** 旋钮控制信号的触发位移或其他特殊用途。当应用于触发位置时,转动水平 **POSITION** 旋钮时,可以观察到波形随旋钮而水平移动。

(3)按 **MENU** 按钮,显示 TIME 菜单。在此菜单下,可以开启/关闭延迟扫描或切换 Y-T、X-Y 显示模式。此外,还可以设置水平 **POSITION** 旋钮的触发位移或触发释仰模式。

(4)水平控制旋钮

使用水平控制钮可改变水平刻度(时基)、触发在内存中的水平位置(触发位移)、触发电路重新启动的时间间隔(触发释仰)。屏幕水平向上的中心是波形时间参与点。改变水平刻度会导致波形相对屏幕中心扩张或收缩。水平位置改变波形相对于触发点的位置。

水平 **POSITION**:调整通道波形(包括数字运算)的水平位置。这个控制钮的解析度根据时基而变化。

水平 **SCALE**:调整主时基或延迟扫描(Delayed)时基,即秒/格(S/div)。当延迟扫描被打开时,将通过改变水平 **SCALE** 旋钮改变延迟扫描时基而改变窗口宽度。

(5)水平控制按键

MENU:显示水平菜单。如表 2-3 所示。

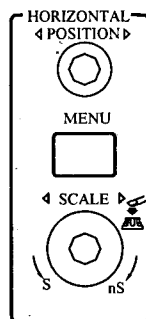



图 2-5 水平控制区

表 2-3

功能菜单	设定	说明
延迟扫描	打开 关闭	进入 Delayed 波形延迟扫描 关闭延迟扫描
格式	Y-T X-T	Y-T 方式显示垂直电压与水平时间的相对关系 X-Y 方式在水平轴上显示通道 1 幅值,在垂直轴上显示通道 2 幅值
	触发位移 触发释仰	调整触发位置在内存中的水平位移设置可以接受另一触发事件之前的时间量
触发位移复位		调整触发位置到中心 0 点
触发释仰复位		设置触发释仰时间为 100 ns

4. 自动测量功能介绍

如图 2-6 所示,在 MENU 控制区的 **MEASURE** 为自动测量功能按键。

菜单说明:按 **MEASURE** 自动测量功能键,系统显示自动测量操作菜单。本示波器具有 20 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、延迟 1- > 2、延迟 1- > 2、正脉宽、负脉宽的测量,共 10 种电压测量和 10 种时间测量。

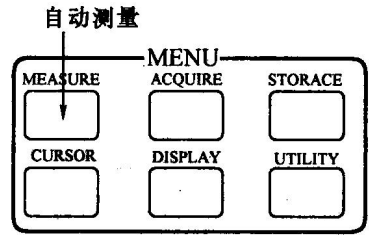


图 2-6 MENU 控制区

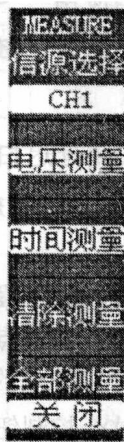


图 2-7 测量功能菜单

表 2-4

功能菜单	显示	说 明
信源选择	CH1 CH2	设置被测信号的输入通道
电压测量		选择测量电压参数
时间测量		选择测量时间参数
清除测量		清除测量结果
全部测量	关闭 打开	关闭全部测量显示 打开全部测量显示

(1) 电压测量分页一



图 2-8 电压测量菜单(一)

表 2-5

功能菜单	显示	说 明
电压测量	1/3	电压测量分页一
峰峰值		测量信号峰峰值
最大值		测量信号最大值
最小值		测量信号最小值
平均值		测量信号平均值

(2)电压测量分页二



图 2-9 电压测量菜单(二)

表 2-6

功能菜单	显示	说 明
电压测量	2/3	电压测量分页二
幅度		测量信号幅度值
顶端值		测量信号顶端值
底端值		测量信号底端值
均方根值		测量信号均方根值

(3)电压测量分页三



图 2-10 电压测量菜单(三)

表 2-7

功能菜单	显示	说 明
电压测量	3/3	电压测量分页三
过冲		测量信号过冲值
预冲		测量信号预冲值

(4)时间测量分页一



图 2-11 时间测量菜单(一)

表 2-8

功能菜单	显示	说 明
时间测量	1/3	时间测量分页一
频率		测量信号的频率
周期		测量信号的周期
上升时间		测量信号上升时间
下降时间		测量信号下降时间

(5)时间测量分页二

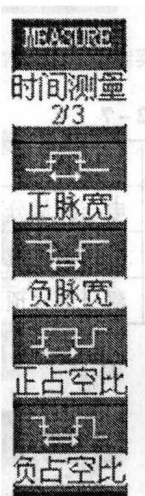


图 2-12 时间测量菜单(二)

表 2-9

功能菜单	显示	说 明
时间测量	2/3	时间测量分页二
正脉宽		测量信号的正脉宽
负脉宽		测量信号的负脉宽
正占空比		测量信号的正占空比
负占空比		测量信号的负占空比

(6)时间测量分页三

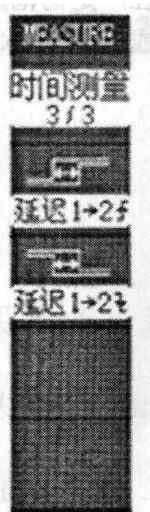




图 2-13 时间测量菜单(三)

表 2-10

功能菜单	显示	说 明
时间测量	3/3	时间测量分页三
延迟 1→2 		测量信号在上升沿处的延迟时间
延迟 1→2 		测量信号在下降沿处的延迟时间

注意:自动测量的结果显示在屏幕下方,最多可同时显示3个数据。当显示已满时,新的测量结果会导致原显示左移,从而将原屏幕最左的数据推挤出屏幕之外。

5. 执行按键操作介绍

执行按键包括 **AUTO** (自动设置) 和 **RUN/STOP** (运行/停止)。



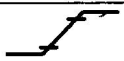


AUTO (自动设置): 自动设定仪器各项控制值,以产生适宜观察的波形显示。

按 **AUTO** (自动设置) 键,快速设置和测量信号。按 **AUTO** 后,菜单显示如下选项:



图 2-14 自动设置菜单

表 2-11

功能菜单	说 明
 多周期	设置屏幕自动显示多个周期信号
 单周期	设置屏幕自动显示单个周期信号
 上升沿	自动设置并显示上升时间
 下降沿	自动设置并显示下降时间
 (撤销)	撤销自动设置

RUN/STOP(运行/停止):运行和停止波形采样。

注意:在停止的状态下,对于波形垂直档位和水平时基可以在一定的范围内调整,相当于对信号进行水平或垂直方向上的扩展。在水平档位为 50 ms 或更小时,水平时基可向上或向下扩展 5 个档位。