

图解示波器使用方法 与应用技巧

主 编 韩广兴

副主编 韩雪涛 吴 瑛



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

· 内 容 简 介 ·····

本书全面系统的介绍了示波器的基本结构、工作原理，以及在电子产品的科研、生产、调试和维修工作中示波器的操作使用方法，重点介绍了示波器的基本结构、工作原理、各种键钮的功能、应用实例以及在维修电子产品中的使用方法。本书还系统的介绍了示波器在各种信号测量中的应用方法和调整技巧。特别对示波器在音频、视频设备检修中的应用进行了详细的介绍。它采用图解的方法，用实物照片、设备连接图、内部电路结构图、方框图、信号波形图来说明信号的测量方法和示波器的应用技巧，简洁明了，通俗易懂，是一本有关示波器的实用手册和信号检测的应用指南。

本书适合从事电子产品的科研、生产、调试和维修的技术人员，以及大专院校的师生及业余爱好者。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解示波器使用方法与应用技巧/韩广兴主编. —北京: 中国电力出版社, 2007

ISBN 978-7-5083-4572-7

I. 图… II. 韩… III. 示波器—图解 IV. TM935.3
—64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 080363 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 2 月第一版 2007 年 2 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.875 印张 247 千字

印数 0001—4000 册 定价 18.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前 言

在电子产品的研发、调试和维修工作中，常常需要对各种电路进行检测，不同的产品、不同的电路需要许多电子测量仪表，示波器（Oscilloscope）是一种最常用的测试仪表。

示波器是测量信号波形的专用仪器，除了用于观测信号波形外，还能测量信号的电压、电流、频率、相位差、失真度等，此外还有很多其他的功能。因此，正确掌握示波器的使用，能够为科研、生产调试及维修工作带来高效率。

目前，数字技术已经应用到各个领域，例如家庭影院系统、激光唱机、影碟机、数字电视、数字摄录像机等家用电子产品，其性能不断提高，功能不断增强，电脑、激光打印机、扫描仪、数码相机、复印机、传真机等办公自动化产品更是离不开数字技术。如今，这些产品正以极快的速度进入人们生活之中，成为工作、娱乐、智力开发和社会生活中不可缺少的信息处理工具。数字产品的大量上市，也给维修和售后服务提出了许多新的课题。数字产品问世之后，过去在维修行业只凭一只万用表进行电子产品的调试与维修已经行不通了。因为很多数字电路的故障用万用表已经无法检测，必须用示波器对整机和电路进行信号的检测和分析，才能判断故障。示波器的使用可以大大提高检修效率，并可以使维修人员快速准确地判断故障。

过去我们在中国教育电视台播讲家电维修技术电视讲座的课程中，介绍过示波器等仪表的使用方法，引起了很多观众对常用电子仪表的兴趣，纷纷来电、来信咨询示波器等仪表的使用方法。为了满足广大读者的要求，我们重新编写了这本书。

本书从实用的角度出发，重点介绍了常用的电子仪表——示波器的基本结构、工作原理、使用方法和检测技巧等。书中重点

以实际产品和各种信号的检测为例，介绍了示波器在音响设备、电视机、影碟机等产品的维修、调试和检修中的使用方法。本书将一些难于用语言和文字表达的实操技能采用图解的方式表现出来，对示波器的实际使用技巧和信号测量方法，用实物照片、电路图、方框图、示意图、波形图、连接图等图示的方式讲解，简洁明了。

本书由韩广兴主编，韩雪涛、吴瑛任副主编，参加本书编写的还有张湘萍、孙莹、刘贞观、孙承满、韩雪冬、边嘉新、金磊、马亮、周丹、孟雪梅、孟宇宁等。

由于电子技术发展迅速，并且示波器品种繁多，因篇幅有限不能一一介绍。为满足读者需要我们制作了《示波器使用方法与技巧》VCD教学光盘（4盘），光盘中以典型的示波器为例演示示波器的操作和使用方法。读者在实际工作中如有技术问题，可直接与作者联系（邮编：300384，地址：天津市南开区华苑产业园天发科技园8-1-401，咨询电话：022-83718162）。

作者

2006.12

目 录

前言

第 1 章 示波器的种类和特点	1
1.1 示波器的种类及应用	1
1.2 常用示波器的特性	3
1.2.1 单踪示波器的功能和特点	3
1.2.2 双踪示波器的功能和特点	5
1.2.3 具有游标和运算功能的示波器	7
第 2 章 示波器的基本功能	8
2.1 示波管的工作原理	8
2.1.1 电子束与偏转	9
2.1.2 示波管的结构	11
2.2 示波器的基本结构和波形显示原理	12
2.2.1 示波器的电路方框图	12
2.2.2 测量信号与扫描锯齿波	13
2.2.3 显示波形的稳定条件	14
2.2.4 示波器的同步	15
2.2.5 强制同步方式	16
2.2.6 同步示波器	19
2.3 示波器键钮的标记和功能	20
2.3.1 示波器前面板的键钮部位	20
2.3.2 示波器各键钮的功能	22
2.3.3 示波器的操作键钮	34
第 3 章 示波器的使用方法	39
3.1 示波器使用前的检查	39

3.1.1	示波器使用前的设置和调整	40
3.1.2	示波器的开机及调整	41
3.2	示波器的基本操作方法	42
3.2.1	双踪示波器的按钮功能	42
3.2.2	初次使用示波器的操作过程	57
3.3	示波器探头的使用方法	60
3.3.1	如何使用低电容直接探头	60
3.3.2	示波器探头的使用过程	61
3.4	示波器的波形如何稳定	63
3.4.1	影响显示波形稳定的因素	63
3.4.2	同步扫描的方式	64
3.4.3	同步信号源的选择	65
3.4.4	关于同步信号的耦合方式问题	66
3.4.5	关于同步位置的选择	67
3.4.6	CH-1 的输出端	70
3.5	示波器按钮的调整过程	71
3.5.1	衰减钮的功能使用	71
3.5.2	周期钮的功能和使用	73
3.5.3	同步模式的选择	75
3.5.4	输入方式的选择	77
3.5.5	显示方式的选择	79
3.5.6	其他按钮的功能	80
第 4 章	数字示波器的使用方法	82
4.1	数字示波器的结构和原理	82
4.1.1	数字示波器的基本特点	82
4.1.2	数字示波器的基本结构和原理	85
4.1.3	数字示波器基本原理	90
4.2	数字示波器的使用方法	99
4.2.1	测量与计算工作方法	99
4.2.2	面板键操作方式	99
4.2.3	数字存储示波器的显示方式	101

4.3	DS3012B 数字存储示波器的使用	104
4.3.1	DS3012B 技术指标	104
4.3.2	DS3012B 数字存储示波器的面板结构	106
第5章	示波器在信号测量中的应用	113
5.1	信号波形的观测	113
5.2	信号幅度的检测	114
5.2.1	直流电压（含交流成分）的测量	114
5.2.2	交流信号的幅度测量	116
5.2.3	测量误差	117
5.3	信号周期或时间的测量	118
5.4	脉冲信号的测量	119
5.4.1	脉冲宽度的测量	119
5.4.2	脉冲上升沿和下降沿时间的测量	120
5.4.3	两信号时间差的测量	122
5.4.4	延迟特性对测量的影响	123
5.5	相位差的测量	124
5.5.1	用单踪示波器测量正弦信号的相位差	124
5.5.2	用双踪示波器测量正弦信号的相位差	126
5.6	利用 X—Y 功能进行频率和相位的测量	127
5.6.1	利用 X—Y 功能测量频率和相位的连接方法	127
5.6.2	利用 X—Y 功能测量频率	128
5.6.3	利用 X—Y 功能测量相位差	129
5.7	示波器的误差及其消除方法	132
5.7.1	用示波器测量电压的误差	132
5.7.2	探头对脉冲波形的影响	134
5.7.3	测量高频信号的方法	135
5.7.4	差动放大器输出信号的检测方法	139
5.8	示波器在音频设备中的常用检测项目	140
5.8.1	频率特性的测量	140
5.8.2	最大不失真功率的测量	145
5.8.3	立体声录放机的相位测量	148

第 6 章 示波器在检测电视机中的应用	149
6.1 电视机的信号及检测	149
6.2 彩色电视机各部位的信号波形	150
6.3 彩色电视机控制系统的信号检测	154
6.3.1 数字量变成模拟量的控制信号	154
6.3.2 I ² C 总线控制系统的信号检测	156
6.4 伴音解调电路的结构和检测信号	158
6.4.1 伴音信号的处理过程	158
6.4.2 伴音电路检测实例	161
6.5 视频、解码电路的功能和信号检测	167
6.5.1 视频电路的主要信号	167
6.5.2 视频电路的基本构成	168
6.5.3 亮度、色度电路的信号检测方法	170
6.5.4 超级芯片的故障检测	175
6.6 扫描电路的信号检测	177
6.6.1 行扫描电路的基本结构	177
6.6.2 场扫描电路的信号检测	179
6.7 系统控制电路的信号检测	182
6.7.1 微处理器的工作原理及信号检测	182
6.7.2 I ² C 总线控制方式的电路结构及信号波形	186
6.7.3 微处理器的检测实例	189
6.8 显像后电路的信号检测	191
6.8.1 显像管电路的检测部位	191
6.8.2 显像管电路的信号波形	193
6.9 电视机检测注意事项	195
6.9.1 示波器与电视机的连接	195
6.9.2 故障检测的基本方法	199
第 7 章 示波器在影碟机检测中的应用	203
7.1 VCD/DVD 机的结构特点	203
7.1.1 VCD 和 DVD 机的技术特点	203

7.1.2	典型 VCD 机的结构	204
7.1.3	典型 DVD 机的结构特点	211
7.2	DVD 主要电路部位的信号波形	219
7.2.1	伺服预放电路的故障检查	219
7.2.2	数字伺服电路的故障检查	220
7.2.3	音频、视频电路的检查	222
7.3	示波器在检测影碟机中的应用实例	225
7.3.1	影碟机的检测要点	225
7.3.2	激光头信号的检测	227
7.3.3	伺服控制系统的检测	228
7.3.4	影碟机的故障检修及波形检测	230
第 8 章	示波器的电路结构和故障检修	244
8.1	示波器的整机电路方框图	244
8.2	示波器各单元电路的结构和故障检修	247
8.2.1	电源供电电路	247
8.2.2	水平、垂直扫描和示波管电路	249
8.2.3	CH-1 垂直预放电路	252
8.2.4	CH-2 垂直预放电路	254
8.2.5	垂直扫描模式和末级放大器	256
8.2.6	触发电路	259
8.2.7	水平扫描时间轴电路	262
8.2.8	水平通道放大器	264
第 9 章	示波器的选购、保养与维护	266
9.1	选择示波器应考虑的因素	266
9.1.1	根据被测信号的种类和特点选择示波器	266
9.1.2	示波器的带宽	267
9.1.3	采样速率是数字示波器的重要指标	268
9.1.4	屏幕刷新率	269
9.1.5	存储深度	270
9.1.6	触发及其信号	270

9.1.7	示波器的通道数	271
9.2	家电维修中使用的示波器	272
9.3	示波器使用注意事项	273
9.3.1	电源电压的检查	273
9.3.2	信号输入幅度要求	273
9.3.3	避免强磁场干扰	273
9.3.4	避免高湿和高温环境	273
9.3.5	示波器的亮度	273

1.1 示波器的种类及应用

示波器可根据内部结构或使用领域，以及测量范围等进行分类。

(1) 根据测量信号的范围分类。

1) 超低频示波器：适合于测量超低频信号；

2) 普通示波器：适合于测量中高频信号（1MHz~40MHz）；

3) 高频示波器和超高频示波器：适合于测量高频（100MHz）和超高频（1000MHz）信号。

(2) 从显示信号的数量来分。

1) 单踪示波器，单踪示波器只有一个信号输入端，在屏幕上只能显示一个信号，它只能检测波形的形状、频率、和周期而不能进行两个信号或三个信号的比较；

2) 双踪示波器，双踪示波器具有两个信号输入端，可以在显示屏上同时显示两个不同信号的波形，并且可以对两个信号的频率、相位、波形等进行比较。

(3) 从电路结构来分有电子管示波器、晶体管示波器和集成电路示波器。

(4) 从测量功能来分有模拟示波器和数字式记忆示波器。数字式记忆示波器是将测量的信号数字化以后暂存在存储器中，然后再从存储器中读出显示在示波管上。在测量数字信号的场合经常使用，便于观察数字数据信号的波形和信号内容。

(5) 示波器从波形显示器件来分有阴极射线管（CRT）示波器，有彩色液晶显示器和用电脑彩色监视器作为显示器件的示波器。图 1-1 为单踪示波器示意图。

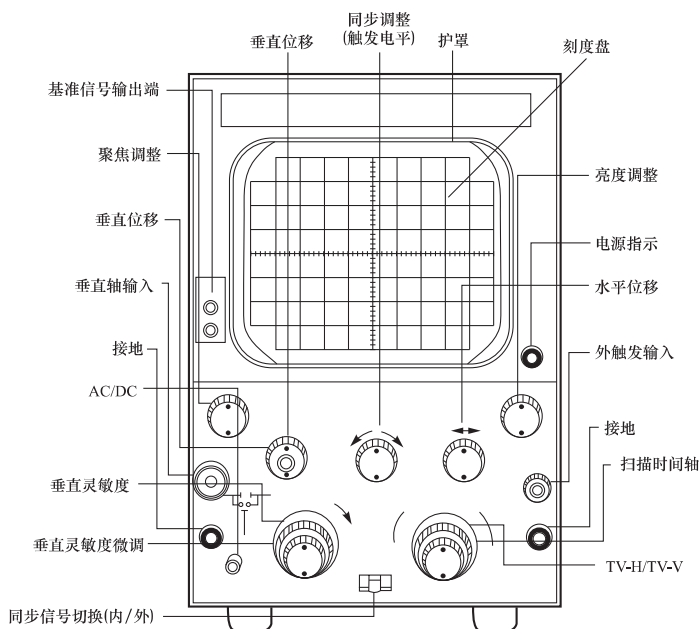


图 1-1 单踪示波器

[知识点] 示波器的基本功能是测量和显示信号波形。

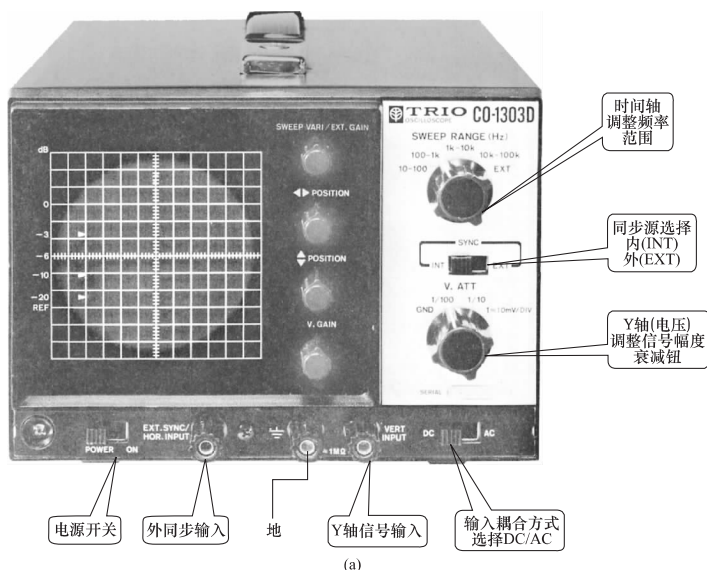
频率特性是示波器的一个重要指标。在音频和视频设备的调试和维修领域，应选择 40MHz 的示波器。考虑到成本的因素，选择 20MHz 的示波器也能基本满足工作要求。

需要指出的是，模拟示波器既可以测量模拟信号，也可以测量数字信号。数字示波器的基本功能与模拟示波器相同，只是增加了波形的记忆和分析功能。

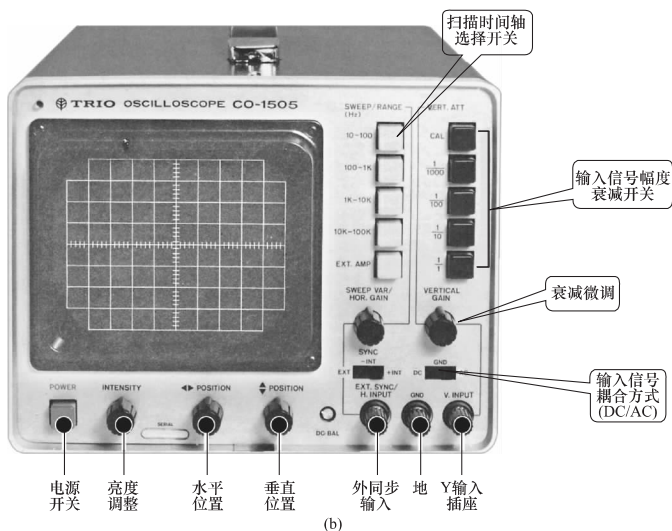
1.2 常用示波器的特性

1.2.1 单踪示波器的功能和特点

单踪示波器的结构如图 1-1 所示。最高显示频率是 7MHz，在一般的音响设备和彩色电视机检修当中可以使用，它有一个比较小的示波管，相对来说比较稳定。亮度按钮是调整它显示波形的亮度；聚焦按钮可以将波形调整到最佳状态。标有（+、-）极的是极性开关按钮，普通状态下是正极性，按下去是负极性，一般在检查电视信号时比较常用，而看一般正弦信号和脉冲信号时是不必考虑信号极性的。在示波管下面有三个按钮，其中标有 Y 位移的按钮是表示垂直方向上的波形位移，标有 X 位移的按钮是水平方向上的波形位移，标有同步的按钮是表示信号的同步，当显示的波形不同步时，调整此按钮使波形同步，否则不容易看清楚波形。单踪示波器的电压衰减挡的范围是从最小 10mV 挡到最大 30V 挡，如果使用 1:10 衰减头，测量范围扩大 10 倍就可以达到 300V 或者更高。单踪示波器的周期按钮的频率范围周期是从 10ms~0.3 μ s，这个范围比较宽。示波器有一个 X 轴输入通道，与其对应的左边是 Y 轴输入通道，这两个按钮可以同时观测到 X 轴和 Y 轴输入的信号波形，另外测量交流信号和直流信号也有相对应的按钮，如果测量直流信号将 DC 按钮按下去；测量交流信号将其按钮拔出来；如果接地，把 GND 按钮按下去，信号被接地时出现一条水平横线。所以这种示波器按钮比较简单，使用比较方便，它只能观测一个信号，所以它叫单踪示波器。它的外观结构如图 1-1 所示。单踪示波器的两种实例如图 1-2 所示。



(a)



(b)

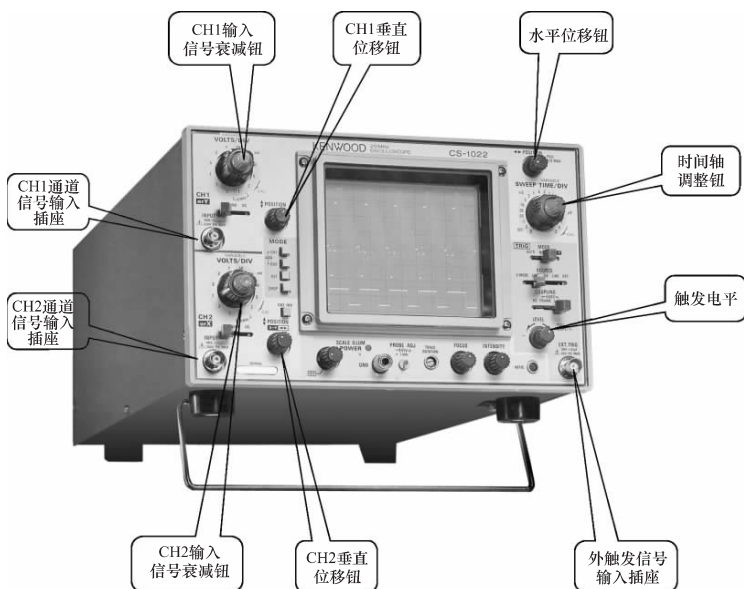
图 1-2 单踪示波器的两种实例

(a) TRIO-CO-1303D; (b) TRIO-CO-1505

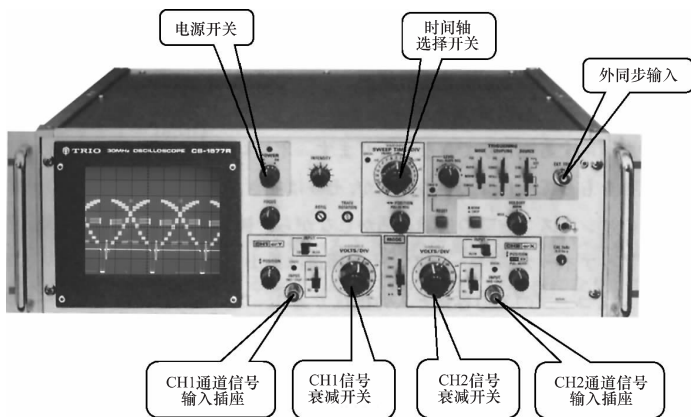
1.2.2 双踪示波器的功能和特点

双踪示波器是可以同时观测两个信号波形的示波器，如图 1—3 所示。它的频率范围是 $0\sim 20\text{MHz}$ ，就是说它显示的最高频率可以达到 20MHz ，我们在使用示波器检修设备的时候，主要是看信号的频率范围，看示波器是否适用。比如 7MHz 的示波器可以检测音频信号、视频信号、视频信号中的亮度信号、色度信号等，因为亮度信号的频率范围是 $0\sim 6\text{MHz}$ ，色度信号的频率范围是 $4.43\text{MHz}\pm 0.5\text{MHz}$ ，所以对于单踪示波器来说检修音响产品、彩色电视机的亮度信号和色度信号是可以的。而中高频示波器除了可以检测音频信号、视频信号之外，还可以检测十几 MHz 、 20MHz 左右的一些时钟振荡信号和一些频率比较高一点的信号，在实际使用当中，比如检测录像机、彩色电视机内部电路，它们的频率范围大部分都在 10MHz 以下，所以一般来说是可以使用示波器进行维修的。但是这些示波器都不能检测彩色电视机的射频信号，因为电视机的射频信号的频率范围在 40MHz 到几百 MHz 之间。值得说明的是，电视机的射频信号和 38MHz 的中频信号一般不用示波器测量。在维修有线电视系统主要是使用场强仪检测射频信号。

[知识点] 对于检测两个相关的信号时，需要使用双踪示波器。双踪示波器具有两个独立的信号处理通道，可同时输入两个信号，因而可以对两个信号的相位、幅度、波形等参数进行比较和计量。此外，在检测同一信号的直流分量和交流分量时，借助于示波器的两个通道，一个通道测直流分量，一个通道测交流分量，会十分方便。



(a)



(b)

图 1-3 双踪示波器实例

(a) CS-1022 20MHz 双踪示波器；(b) CS-1577R 30MHz 双踪示波器

1.2.3 具有游标和运算功能的示波器

图 1-4 是具有游标和运算功能的示波器，它有水平游标在测量信号幅度时将两游标虚线（水平虚线）分别调到波形的波峰和波谷出，根据这两条线之间的距离等效为电压的幅度，给测量带来了方便。同时还可以选择垂直游标测量水平轴方向的距离，它等效信号的周期。在进行有规律的信号测量时，示波器内会自动测量出信号的幅度值和频率值，用字符显示在示波器的示波管上。

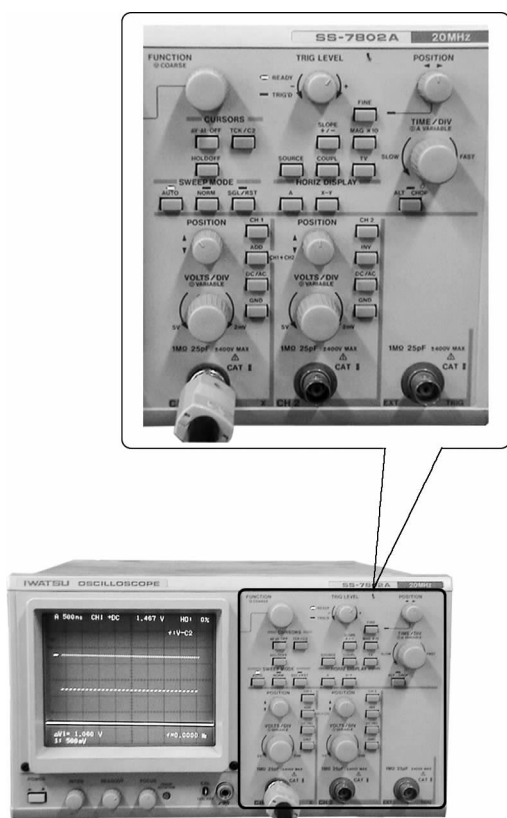


图 1-4 具有游标和数字显示功能的示波器