1.

E_s I_s

2.

U_1 I_1 U_2 I_2

VCVS

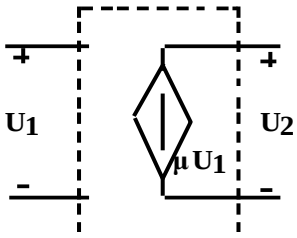
CCVS VCCS

CCCS 1-1

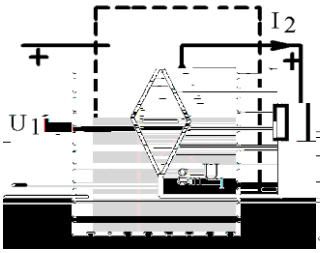
3.

R_1 0 U_1 0

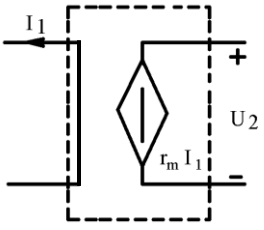
G_1 0 I_1 0



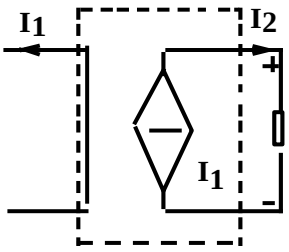
VCVS



VCCS



CCVS



CCCS

1-1

4.

(1) (VCVS) U_2 $f(U_1)$ U_2/U_1

(2) (VCCS) I_2 f(U

CCVS

1-3

(1) R_L 2K I_s I_s U_2 U_2 $f(I_1)$ r_m

I_1 mA	0.1	1.0	3.0	5.0	7.0	8.0	9.0	9.5	r_m
U_2 v									

(2) I_s 2mA R_L U_2 I_L U_2 $f(I_L)$

R_L K 0.5 1 2

1.

2.

1.

Us Uoc R_0

Is I_{SC} R_0

Uoc Us R_0 I_{SC} I_S R_0

2.

(1) R_0

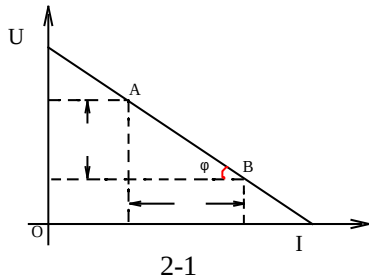
Uoc

Isc

Uoc

R_0

Isc



2-1

(2) R_0

2-1

tg

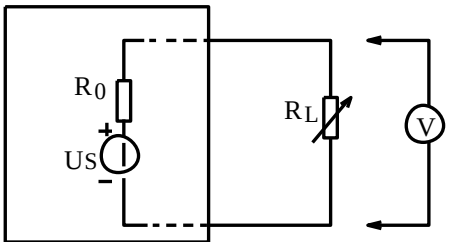
U U_{oc}

R_0 tg

I Isc

Uoc

I_N



2-2

U_{oc} U_N

U_N R_0

I_N

(3) R_0

2-2

(4) U_{OC}

1.

Uoc R_0 I_{SC} R_0

2-4(a) Us=12V Is=10mA

R_L U_{OC} Isc, R_0 U_{OC}

mA

2.

2-4(a) R_L R_L

R_L	51	200	1K	6.2K	10K				
U v									
I mA									

3. 1 R_0

1 Uoc 2-4(b)

2

R_L	51	200	1K	6.2K	10K				
U v									
I mA									

4. 1 R_0

1 I_{SC} 2-5

2

2-5 Å

R_L	51	200	1K	6.2K	10K				
U v									
I mA									

1.

2.

3.

U I

I f(U) I-U

1.

3-1 a

2.

3-1 b

3.

3-1 c 3-1

0.2 0.3V

0.5 0.7V

4.

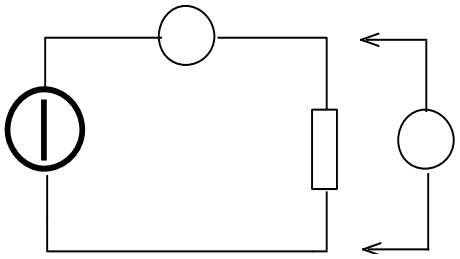
3-1 d

1		0~30V	1	
2		FM-47	1	
3		0~200mA	1	
4		0~200V	1	
5		IN4007	1	DGJ-05
6		2CW51	1	DGJ-05
7		12V 0.1A	1	DGJ-05
8		200 1K	1	DGJ-05

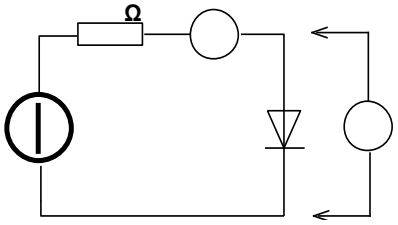
1.

3-2 U 0 10V

U_R I



3-2



3-3

U_R V	0	2	4	6	8	10
I mA						

2.

3-2 R 12V 0.1A 1 U_L

U_L V	0.1	0.5	1	2	3	4	5
I mA							

3.

3-3 R 35mA

D U_{D+} 0 0.75V 0.5 0.75V

3-3 D U_D 30V

U_{D+} (V)	0.10	0.30	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
I mA							

U_D (V)	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
I mA							

4.

1 3-3 2CW51 3

U_{Z+} 2CW51

U_Z (V)	0.10	0.30	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
I mA							

2 3-3 R 1K 2CW51 2CW51

U_O 0 20V 2CW51 U_Z I U_Z

U_O(V)	0 2 3 4 6 8 10 12 14 16 18 20
U_Z V	
I mA	

1.

35mA

2.

1.

2.

3.

1. RC
2.
3.
4.

1.

2. 4-1 b RC

3. :

4-1(a)

$$u_C = U_m e^{-t/\tau}$$

R1 TJB81 EMC /P <</MCID 75/Lang (8T/F1 10.56 Tf1 0 0 1 279.41 41355 6Tm80 Tc[3.)11( )02C8>2 EMC /P <</MCID 75/Lang (8T/F

4-2(a)

(a) (b)

4-2

4-2(a) R C 4-2(b) C

RC>> $\frac{T}{2}$ RC

2.

3.

4

1

2 CH1

CH1 → 10X →

CH1 CH1 10X → AUTO

3 CH2

CH2 → 10X → CH2

CH2 10X → AUTO

4 CH1 CH2 1V/

5

6 :

→ → A B

CH2 → A A CH2

→ B B Y 1.9

→

1. RC u_C

2.

3.

1

2.

3.

5-1

1.

I 0 U 0

2. 5-1 RC

U U_R U_C 90 º 5-2

R U_R

U U_C U_R

5-2 R

3. 5-3 A

L S 5-3

C cos

1

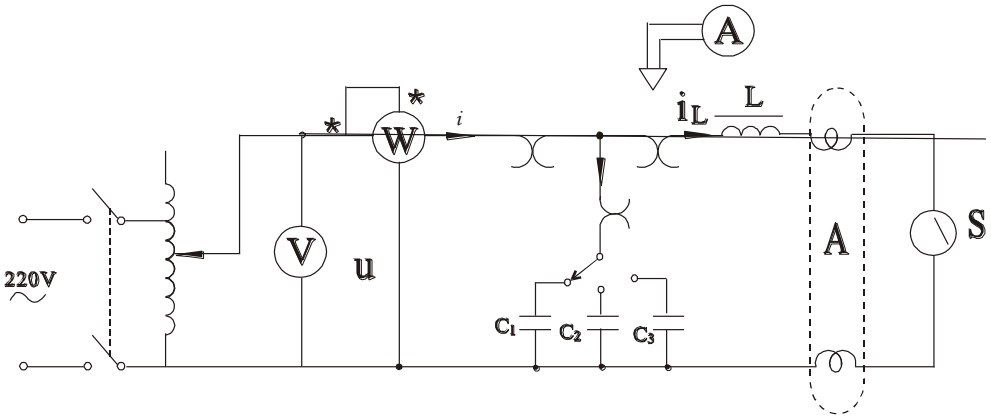
1. 5-1 R 220V 15W 4.7 F/450V

(U) 220V U U_R

U_C

U V	U_R V	U_C V	U U_R U_C Rt $U = \sqrt{U_R^{\ 2} \quad U_C^{\ 2}}$	U=U U V	U/U %

2. 5-4



5-4

220V

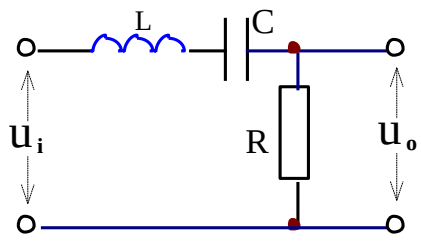
(F)	P(W)	COS	U(V)	I A	I_L(A)	I_C(A)		Cos
0								
1								
2.2								
4.7								

1. 220V
2.
3.

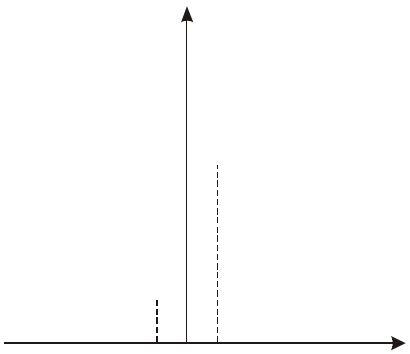
1.
2.
3.
4.

1. R L C
2. Q

1. 6-1 R L C f
f R u_o
u_i U_O f
U_O/U_i U_i U_O
6-2



6-1



6-2

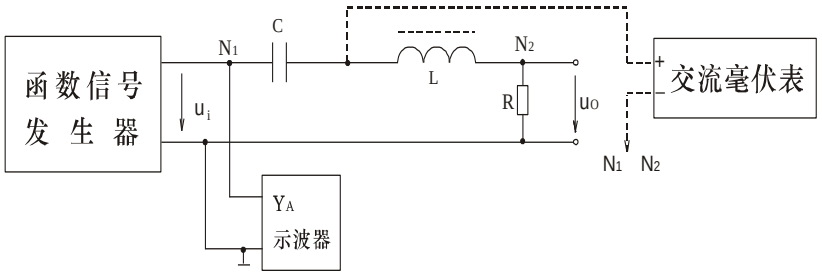
2. f f_0 $\frac{1}{2\sqrt{LC}}$ X_L
Xc U_i
u_i U_i U_R U_O U_L U_c QU_i
Q
3. Q
Q $\frac{U_L}{U_o}$ $\frac{U_C}{U_o}$ U_C U_L C L
f f_2 f_1 Q $\frac{f_O}{f_2 \quad f_1}$
Q f_0 f_2 f_1 $1/\sqrt{2}$ (

0.707) Q

1			1	
2		0 600V	1	
3			1	
4			1	
5		R=200 1K L= 30mH		DGJ-03

1 6-3 C1 R1

U_i=3V



6-3

2. f_0 R(200)

Uo

f_0 U_C U_L

3. 500Hz 1KHz 8

U_O U_L U_C

f(KHz)														
U_O(V)														
U_L(V)														
U_C(V)														
U_i=3V, F, R=200 , f_o= , f_2-f_1= , Q=														

4. R2 2 3

f(KHz)														
U_O(V)														
U_L(V)														
U_C(V)														
U_i=3V, F, R=1K , f_o= , f_2-f_1= ,Q=														

1.

$4V_{P-P}$

2. Uc U_L U_L U_C

C L L C N_2 N_1

3.

1. Q

U_O f(f) U_L f(f) U_C f(f)

2. Q R

3. Q

4. U_O U_i

5.

6.

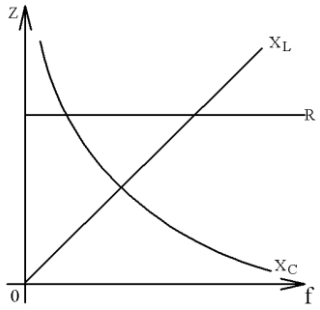
1. R f X_L f Xc f

2. R L C

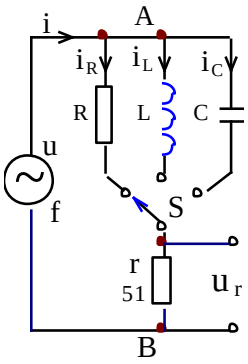
1. R L C

R f X_L f Xc f 7-1

2. 7-2



7-1



7-2

r r

AB R L C

r r

r

1. R L C

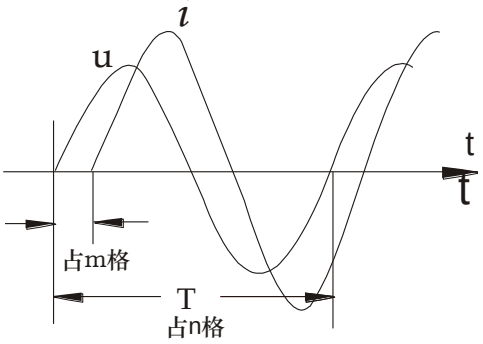
Z Z

Z f

Z Z

2.

f



7-3

7-3 n

m

$$m \quad \frac{360^0}{n}$$

1			1	
2		0 600V	1	
3			1	
4			1	
5		R=1K 1 F, L 10mH	1	DGJ-05

7-2 u

U 3V

200Hz 5KHz S

R L C Ur I_R I_L I_C(

Ur / r) R X_L X_C

1 R f R=1K

f Hz	200	1000	1800	2600	3400	4200	5000
Ur							
I_R							
R							

2 X_C f c=0.1 F

f Hz	200	1000	1800	2600	3400	4200	5000
Ur							
I_C							
X_C							

3 X_L f (L=10mH, 59)

f Hz	200	1000	1800	2600	3400	4200	5000
Ur							
I_L							

X_L

1.

2.

1. (" ") Y

U_L U_p $\sqrt{3}$ I_L I_p

U_L $\sqrt{3}U_P$ I_L I_p

I_0 0

I_L $\sqrt{3}\,I_p$ U_L U_p

2. Y , Y_o

Y_0

3. I_L $\sqrt{3}\,I_p$ U_L

1		0 500V	1	
2		0 5A	1	
3			1	
4			1	
5		220V 15W	9	DGJ-04
6			3	DGJ-04

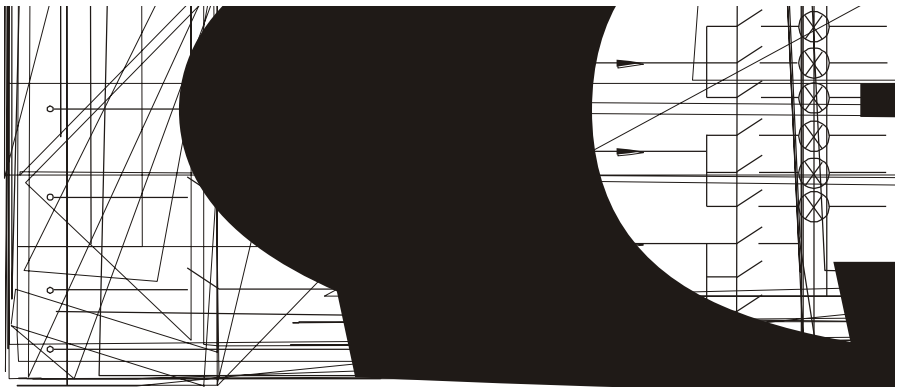
1.

8-1

0V

220V

8-1



8-1

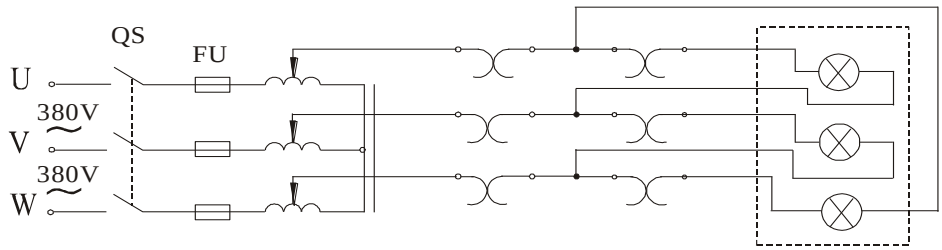
8-1

				A			V			V				
	A	B	C	I_A	I_B	I_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{A0}	U_{B0}	U_{C0}	I_0 (A)	U_{N0} (V)
Y_0	3	3	3											
Y	3	3	3											
Y_0	1	2	3											
Y	1	2	3											
Y_0 B	1		3											
Y B	1		3											

2.

8-2

220V 8-2



8-2

8-2

				= V			A			A		
	A-B	B-C	C-A	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_C	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}
	3	3	3									
	1	2	3									

1. 380V

2.

3.

4 DGJ-04 245~250V

Y

240V

1. $\sqrt{3}$
2.
3.
4.

5.

1.
2.

KCL KVL

I 0 U 0

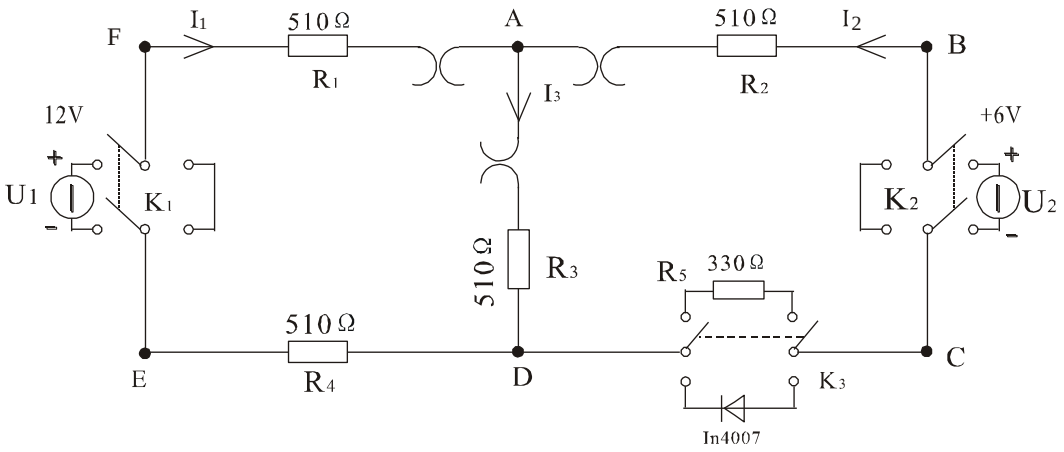
	I_1(mA)	I_2(mA)	I_3(mA)	U_1(V)	U_2(V)	U_{FA}(V)	U_{AB}(V)	U_{AD}(V)	U_{CD}(V)	U_{DE}(V)

K

K

1		0~30V		
2			1	
3		0~200V	1	
4		0~200mV	1	
5			1	DGJ-03

10-1 DGJ-03 /



10-1

1. 12V 6V U_1 U_2
2. U_1 K_1 U_1 K_2

10-1

10-1

	U_1 (V)	U_2 (V)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{AB} (V)	U_{CD} (V)	U_{AD} (V)	U_{DE} (V)	U_{FA} (V)
U_1										
U_2										
U_1 U_2										
$2U_2$										

3. U_2 K_1 K_2 U_2 2
10-1

4. U_1 U_2 K_1 K_2 U_1 U_2
10-1

5. U_2 12V 3 10-1

6. R_5 330 1N4007 K_3 IN4007 1
5 10-2

7. 4

10-2

	U_1 (V)	U_2 (V)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{AB} (V)	U_{CD} (V)	U_{AD} (V)	U_{DE} (V)	U_{FA} (V)
U_1										
U_2										

U_1 U_2

用户手册

RIGOL

Publication number DS5-070525
May 2007

DS-5000 数字存储示波器

DS 5000CA, DS 5000C, DS 5000MA, DS 5000M

DS 5000CAE, DS 5000CE, DS 5000MAE, DS 5000ME

yright Rigol Technologies, Inc. 2006 © Cop
All Rights Reserved.

一般安全概要

了解下列安全性预防措施，以避免受伤，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照指定使用本产品。

只有合格人员才能执行维修程序。

使用所在国家认可的本产品专用电源线。

使用正确的电源线。只有

线连接到电压源时请勿插拔。

正确插拔。探头或测试导

电源的接地导线接地。为避免电击，接地导体必须与地相

将产品接地。本产品通过

或输出端之前，请务必将本产品正确接地。

连。在连接本产品的输入

与地电势相同。请勿将地线连接高电压。

正确连接探头。探头地线

查看所有终端额定值。为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品上所有的额定值和标记说明，请在连接产品前查阅产品手册以了解额定值的详细信息。

请勿开盖操作。外盖或面板打开时请勿运行本产品。

使用合适的保险丝。只使用本产品指定的保险丝类型和额定指标。

避免电路外露。当通电后请勿接触外露接点和元件。

在产品发生故障时，请勿进行操作。

修人员进行检查。

保持适当的通风。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易燃易爆的环境下操作。

请保持产品表面的清洁和干燥。

Tektronix, Inc. 2007 ©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

安全术语和符号

本手册中的术语。以下术语可能出现在本手册中：

警告。警告性声明指出可能会危害生命安全的条件和行为。

注意。注意性声明指出可能导致此产品和其它财产损坏的条件和行为。

产品上的术语。以下术语可能出现在产品上：

危险表示您如果进行此操作可能会立即对您造成损害。

警告表示您如果进行此操作可能不会立即对您造成损害。

注意

产品上的符号。以下符号可能出现在产品上：

接地端　高电压　注意请参阅手册　保护性接地端　壳体接地端　测量接

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

DS 5000 系列数字存储示波器简介

本书的说明和介绍涵盖 DS 5000 及 DS5000E 系列数字存储示波器：

DS 5000 系列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 5000 系列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。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。

易于使用之外，DS 5000 系列示波器还具有更快完成测量任务所需要的高性能指标和强大功能。通过 1GSa/s 的实时采样和 50GSa/s 的等效采样，可在 DS 5000 示波器

显示、和参考设置功能，便于用户更准确地观察和分析信号问题。

A/CAE、 DS5152C/CE、DS5152MA/MAE、DS5152M/ME），100M（DS5102C/
A/CAE、 DS5102C/CE、DS5102MA/MAE、DS5102M/ME），60M（DS5062C/
E），25M DS5062C/CE、DS5062MA/MAE、DS5062M/ME），40M（DS5042M/M
（DS5022M/ME）。

- 高清晰彩色/单色液晶显示系统，320×240 分辨率
- 单次采样 1GSa/s（DS5000CA/CAE 系列、DS5000MA/MAE 系列）
  DS5000C/CE 系列、DS5000M/ME 系列）等效采样 50GSa/s
- 自动波形、状态设置（AUTO）
- 波形、设置存储和再现
- 精细的延迟扫描功能，轻易兼顾波形细节与概貌
- 自动测量 20 种波形参数
- 自动光标跟踪测量功能
- 独特的波形录制和回放功能
- 内嵌 FFT
- 实用的数字滤波器，包含 LPF、HPF、BPF、BRF
- 50Ω 和 1MΩ 输入阻抗选择，便于测量各种信号
- Pass/Fail 检测功能

, 2007 IV ©Copyright RIGOL Technologies, Inc
DS 5000

第 1 章　　初级用户指南

本章主要阐述以下内容：

- 初步了解 DS 5000 的前面板和用户界面
- 如何进行一般性检查
- 如何进行功能检查
- 如何进行探头补偿
- 如何进行自动设置

- 初步了解垂直系统
- 初步了解水平系统
- 初步了解触发系统

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

初步了解 DS 5000 的前面板和用户界面

[illegible]

000 系列的前面板的操作及功能作简单的描述

存储示波器也不例外。本章对于 DS 50

[illegible]

[illegible]前面板，以进行基本的操作。面板上包括旋、

DS 5000 向用户提供简单而功能明晰的

[illegible]

波器类似，显示屏左侧的一列 5 个灰色按键为

[illegible]钮和功能按键。按钮的功能与其它示

[illegible]（从 1 号至 5 号）。通过它们，您可以设置当前菜单的不同

[illegible]菜单操作键（自上而下定义

同的功能菜单。

选项。其它按键（包括彩色按键）为功能键，通过它们，您可以进入不

或直接获得特定的功能应用。

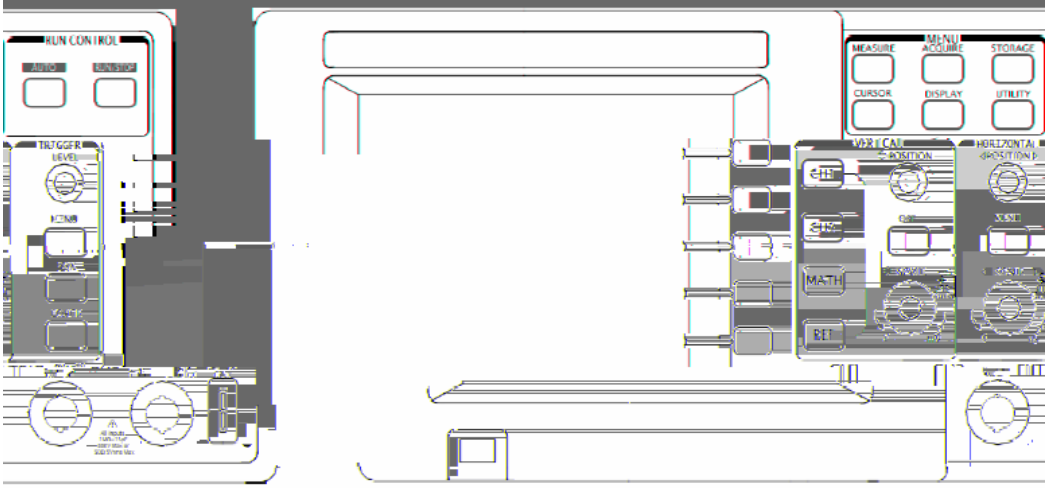


图 1－1
DS 5000 系列示波器前面板

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

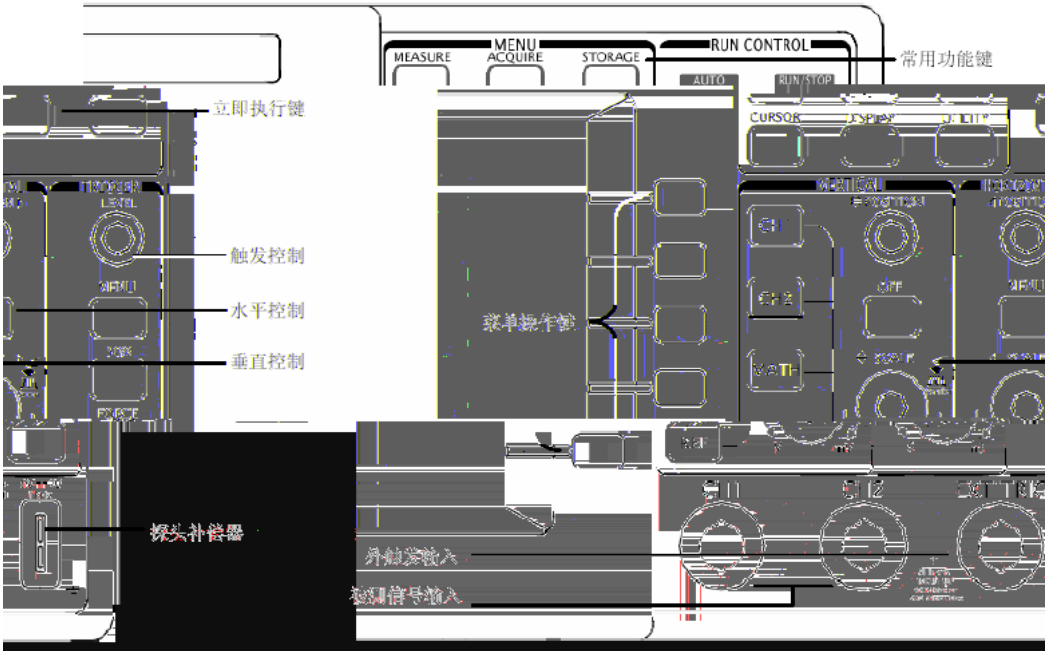


图 1—2
DS 5000 面板操作说明图

示定义：

于按键的文字表示与面板上按键的标识相同。值得注意的是，功能键的标识

方框包围的文字所表示，如 MEASURE ，代表前面板上的一个上方标注着

URE 文字的灰色功能键。与其类似，菜单操作键的标识用带阴影的文字表示，

影存储 ，表示存储菜单中的存储波形选项。

本书采

本书对

用一四

MEAS

如 波

ight RIGOL Technologies, Inc. 2007

©Copyr

一般性检查

当您得到一台新的 DS 5000 示波器时，建议您按以下步骤对仪器进行检查。

1. 检查是否存在因运输造成的损坏。

[illegible]

电性和机械性测试。

2. 检查附件。

[illegible]经进行 关于提供的附件明细，在本说明书前述的“DS 5000 示波器附件”项目已了说明。您可以参照此说明检查附件是否有缺失。

[illegible]的当地 如果发现附件缺少或损坏，请和负责此业务的 RIGOL 经销商或 RIGOL 办事处联系。

3. 检查整机。

如果发现仪器外观破损，仪器工作不正常，或未能通过性能测试，请和负责此业务的 RIGOL 经销商或 RIGOL 的当地办事处联系。

如果因运输造成仪器的损坏，请注意保留包装。通知运输部门和负责此业务的 RIGOL 经销商。RIGOL 会安排维修或更换。

（具体检测方法和步骤详见下一节之表述）

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

功能检查

做一次快速功能检查，以核实本仪器运行正常。请按如下步骤进行：

1. 接通仪器电源。

您可通过一条接地主线操作示波器，电线的供电电压为 100 伏交流电至 240 伏交流电，频率为 50HZ。接通电源后，仪器执行所有自检项目，并确认通过自检，按 STORAGE 按钮，用菜单操作键从顶部菜单框中选择 存储类型，然后调出 出厂设置 菜单框。

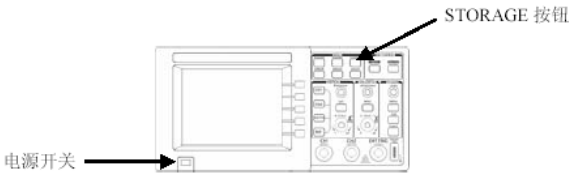


图 1－4

警告：为避免电击，请确认示波器已经正确接地。

2. 示波器接入信号

DS 5000 系列示波器输入把...令外触发输入通道的数字存储示波器...

MΩ时，输入的信号的
时，输入信号的有效值

注意：为了避免损坏仪器，请确认在输入阻抗为 1
峰值小于 400V（DC＋AC Peak）；输入阻抗为 50Ω
小于 5V。

请按照如下步骤接入信号：

设定为 10X（图 1-6）。 ①. 用示波器探头将信号接入通道 1（CH1）；将探头上的开关

BNC ... 的任一通道，然后在菜单上...

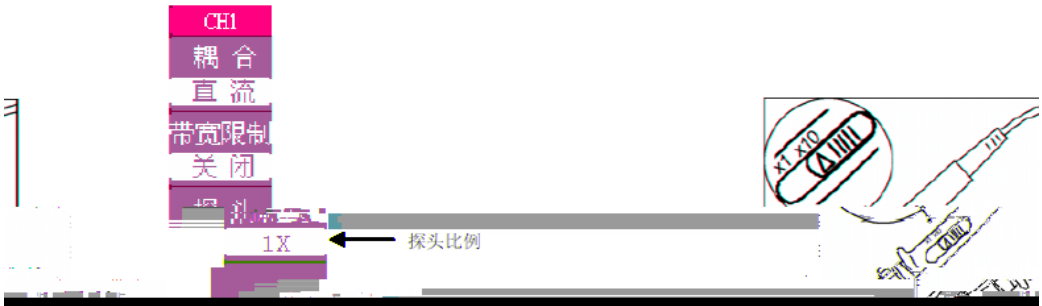
Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

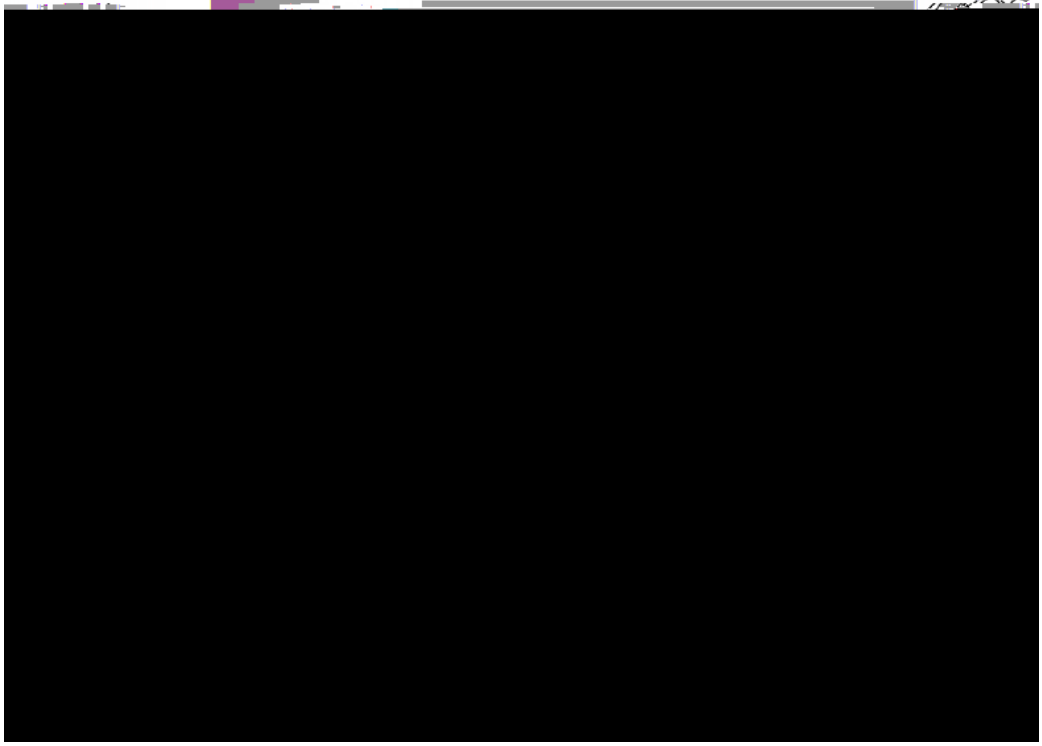
引 1—5 图

此衰减系数改变仪器的垂直档位比例，从而使
的电平。（默认的探头菜单衰减系数设定值为

按 CH1 功能键显示通道 1 的操作菜单，应用
键，选择与您使用的探头同比例的衰减系数。

②. 示波器需要输入探头衰减系数。
得测量结果正确反映被测信号的
10X。）
设置探头衰减系数的方法如下：
与**探头**项目平行的 3 号菜单操作
此时设定应为 10X。





探头补偿

在首次将探头与任一输入通道连接时，进行此项调节。使探头与输入通道相配。未经补偿或补偿偏差的探头会导致测量误差或错误。若调整探头补偿，请按如下步骤：

1. 将探头菜单衰减系数设定为 **10X**，将探头上的开关设定为 **10X**，并将示波器探头与通道 1 连接。如使用探头的钩形头，应确保与探头接触紧密。

2. 将探头端部与探头补偿器的信号输出连接器相连，基准导线夹与探头补偿器的地线连接器相连，打开通道 1，然后按 AUTO。

3. 检查所显示波形的形状。

补偿不足　　补偿过度　　补偿正确

图 1—8

上图“补偿正确”。

4. 必要时，重复步骤。

警告：为避免使用探头时被电击，请确保探头的绝缘导线完好，并且连接高压源时不要接触探头的金属部分。

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

波形显示的自动设置

DS 5000 系列数字存储示波器具有自动设置的功能。根据输入的信号，可自动调整

|频 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

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。

2．按下 AUTO 按钮。

:显 示波器将自动设置垂直，水平和触发控制。如需要，可手工调整这些控制使波形

示达到最佳。

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

初步了解垂直系统

如下图所示，在**垂直控制区（VERTICAL）**有一系列的按键、旋钮。下面的练习逐渐引导您熟悉垂直设置的使用。

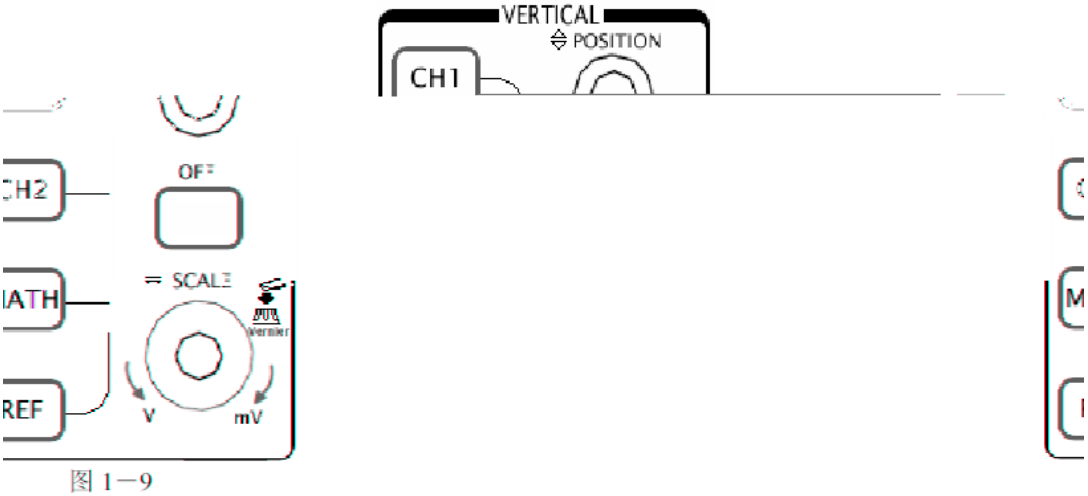


图 1－9

在波形窗口居中显示信号。

1. 使用垂直 POSITION 旋钮

信号的垂直显示位置。当转动垂直 POSITION 旋钮

垂直 POSITION 旋钮控制

D）的标识跟随波形而上下移动。

时，指示通道地（GROUNI

测量技巧

你可以通过观察波形与信号地之间的差距来快速测

如果通道耦合方式为 DC

如果耦合方式为 AC，信号里面的直流分量被滤除。这种方式方便您用更高的

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

直档位的变化。

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

，可以发现状态栏

• 转动垂直 SCALE 旋钮改变“Volt/div（伏/格）”垂直档位

对应通道的档位显示发生了相应的变化。

的操作菜单、标志、

• 按 CH1 、 CH2 、 MATH 、 REF ，屏幕显示对应通道

。

波形和档位状态信息。按 OFF 按键关闭当前选择的通道

速关闭菜单。如果在按 CH1 或 CH2 后立即按 OFF ，则同时关闭

Coarse/Fine（粗调/细调）快捷键

切换粗调/细调不但可以通过此菜单操作，更可以通过按下垂直 SCALE 旋钮作为设置输入通道的粗调/细调状态的快捷键。

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

初步了解水平系统

如下图所示，在**水平控制区（HORIZONTAL）**有一个按键、两个旋钮。下面的练习逐渐引导您熟悉水平时基的设置。

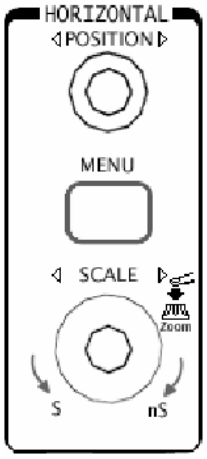


图 1－10

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 1ns *至 50s，以 1－2－5 的形式步进，在延迟扫描状态可达到 10ps/div *。

Delayed（延迟扫描）快捷键

水平 SCALE 旋钮不但可以通过转动调整“S/div（伏/格）”，更可以按下切换到延迟扫描状态。

* **注：**示波器型号不同，其水平扫描和延迟扫描速度也有差别。

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

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。当应用于触发位移时，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抑模式。

名词解释

触发位移：指实际触发点相对于存储器中点的位置。转动水平 POSITION 旋钮，可水平移动触发点。

触发释抑：指重新启动触发电路的时间间隔。转动水平 POSITION 旋钮， 可设置触发释抑时间。

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007

初步了解触发系统

如下图所示，在触发控制区（TRIGGER）有一个旋钮、三个按键。下面的练习逐渐引导您熟悉触发系统的设置。

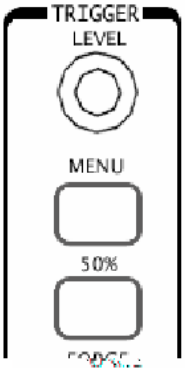


图 1－11

设置。

屏上出现一条桔红色（单色液晶系列为黑色）动而上下移动。停止转动旋钮，此触发线和触触发线的同时，可以观察到在屏幕上触发电平（在触发耦合为 交流 或 低频抑制 时，触发

1. 使用 LEVEL 旋钮改变触发电平设

转动 LEVEL 旋钮，可以发现屏幕的触发线以及触发标志，随旋钮转发标志会在约 5 秒后消失。在移动的数值或百分比显示发生了变化。电平以百分比显示）

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 200
DS 5000 系列数

2. 使用 MENU 调出触发操作菜单（见下图），改变触发的设置，观察由此造成的状态变化。

图 1－12

- 按 1 号菜单操作按键，选择 边沿触发 。
- 按 2 号菜单操作按键，选择“信源选择”为 CH1 。
- 按 3 号菜单操作按键，设置“边沿类型”为 上升沿 。
- 按 4 号菜单操作按键，设置“触发方式”为 自动 。
- 按 5 号菜单操作按键，设置“耦合”为 直流 。

注：改变前三项的设置会导致屏幕右上角状态栏的变化。

3. 按 50% 按钮，设定触发电平在触发信号幅值的垂直中点。

4. 按 FORCE 按钮，强制产生一触发信号，主要应用于触发方式中的“普通”和“单次”模式。

©Copyright RIGOL Technologies, Inc. 2007