



携手同心 惠及未来

使用说明书

OPERATION MANUAL

TH530 系列

半导体器件雪崩能量测试仪

UIS AVALANCHE TESTER



目录

第 1 章	概述	1
1.1	引言	1
1.1.1	接触检查连接及其检测	1
1.1.2	“雪崩控制”选件	2
1.1.3	双极栅极驱动	2
1.1.4	波形捕捉与存储	2
1.1.5	前面板状态 LED	2
1.2	使用条件	3
1.2.1	电源	3
1.2.2	环境温度与湿度	3
1.2.3	几点注意问题	3
1.3	体积与重量	4
1.4	安全要求	4
1.4.1	绝缘电阻	4
1.4.2	绝缘强度	4
1.5	电气规格	4
1.5.1	测试类型	4
1.5.2	测试模式	4
第 2 章	面板说明	6
2.1	前面板说明	6
2.2	后面板说明	6
2.3	侧面板说明	7
2.4	主菜单	8
2.4.1	开机自检	8
2.4.2	主菜单界面	8
2.4.3	主菜单项目	9
第 3 章	操作说明	10
3.1	基本功能	10
3.1.1	系统概述	10
3.1.2	可用测试	11
3.2	显示画面说明	11
3.2.1	元件设置显示界面	11
3.2.2	测试设置显示界面	15
3.2.3	封装编辑显示界面	16
3.2.4	测试模式 1	17
3.2.5	实用程序（测试模式 1 界面）	20
3.2.6	测试模式 2	23
3.2.7	测试模式 3	24
3.2.8	测试模式 4	28
3.2.9	测试模式 5	30
3.2.10	测试结果 1	31
3.2.11	测试结果 2	34
3.2.12	系统设置	36
3.2.13	通讯设置	36

3.3	手动测试夹具盒	37
3.4	可选 Interlock	38
第 4 章	元件的正确测量	39
4.1	测试流程概述	39
4.2	被测件的正确连接	41
4.3	雪崩测试周期	42
4.4	雪崩泄漏测试	44
4.5	实际雪崩周期	44
第 5 章	接口与通讯	46
5.1	指令调试	46
5.2	指令参考	46
5.2.1	指令格式	46
5.2.2	指令集使用示例	47
5.2.3	指令示例拷贝	47
5.3	SCPI 指令集	47
5.3.1	DISPlay 子系统命令集	48
5.3.2	FUNction 子系统命令集	49
5.3.3	MMEM 子系统命令集	77
5.3.4	其它控制命令集	77
第 6 章	分选接口	80
6.1	基本信息	80
6.2	信号线定义	80
6.2.1	测试结果信号	80
6.3	直流隔离输出	83
6.4	输入返回值	84
6.5	HANDLER 接口板跳线设置	85
6.6	HANDLER 接口操作	86
第 7 章	技术指标	87
7.1	测量规格	87
7.2	触发方式	87
7.3	T1/T2 时间	87
7.4	测试端	88
7.5	测量速度	88
7.6	基本精度	88
7.7	测试信号电平监视	88
7.8	功能	89
7.8.1	信号监测	89
7.8.2	测试规格存储	89
7.8.3	USB 软件更新	89
7.8.4	其他功能	89
7.8.5	接口功能	89
第 8 章	保修	91
第 9 章	附录	92
9.1	错误消息	92
9.2	开机默认值	93
9.3	手册更改说明	94

第 1 章 概述

感谢您购买和使用我公司产品，在您使用本仪器前首先请根据说明书最后一章“成套和保修”的事项进行确认，若有不符请尽快与我公司联系，以维护您的权益。

1.1 引言

在实际的电力电子电路应用实例中，MOS 器件经常会与感性器件相连接，如果感性器件两端没有并联续流二极管，则器件每次关断后都会是负载电感中的电流流入 MOS 器件中。由于此时栅极已关闭，MOSFET 会短暂的处于被击穿状态，这一个过程被称之为非钳位感性负载开关过程，即 UIS，英文全称为 **Unclamped Inductive Switching**。UIS 测试实质上就是一种模拟 MOS 器件在系统应用中遭遇极端电热应力的测试，通过这种测试，可以得到 MOS 器件耐受能量的能力。而 UIS 的测试之所以存在，是由于在回路导通时，储存在电感中的能量必须在关断瞬间全部释放，此时 MOS 上同时经过高电压和大电流，极易引起器件失效。因此，UIS 测试是衡量功率器件可靠性的重要指标，通常用单脉冲雪崩击穿能量（EAS）和重复雪崩能量（EAR）来衡量 MOS 器件耐受 UIS 的能力。

TH530 系列测试仪是一种具有快处理速度、示波器触发输出和先进校准功能的高精确半导体器件雪崩能量非钳位式电感负载开关测试仪，提供了一套可靠完善的方案来测量雪崩能量。

测试仪采用一种新方法执行和检测接触检查报错，低电平接触电阻测量阻值可精确到 $20\ \Omega$ 以下。此外，本仪器还提供了“雪崩控制”选件，可在雪崩测试期间发生短路时保护被测件遭受进一步损坏。选件使用可编程阈值和过压超限值触发，便于保护，并有利于故障分析。

TH530 单脉冲测试是通过通过对 N 沟道和 P 沟道的 MOSFET 或 IGBT 施加可控制水平的能量冲击测试其能力。这是通过配备一款可调节电感量的电感负载箱设备来实现的。有关电感负载箱的电流和电感范围，请查阅 TH530-01 技术手册。TH530 仪器内部存在高速固态开关电路，内置传感器持续监控电流，可将电流控制在用户可编程的水平内，在检测电流于指定或计算时间内未达到编程水平的情况下，测试停止，并发送测试结果 Fail。

TH530 系列能够驱动正或负的栅极电压，以确保更好的器件关断控制。该功能还允许测试耗尽型被测件和增强型被测件。为了提供更好的测试结果报告，本仪器液晶屏幕显示端口 1 和端口 2 的测试结果，同样的，用 LED 灯显示测试结果，方便多次测试、长时间测试时观测结果。Pass/Fail 测试结果判定基于被测件的电流和电压测试波形。波形的 T2 雪崩时间可与测试仪计算值或用户设定值作比较。另外，LED 灯还显示测试端口、N 和 P 沟道、源极和漏极、传输通讯通断等多个状态，便于用户在修复问题时通过观察 LED 灯来发现和修复故障。

1.1.1 接触检查连接及其检测

TH530 的漏极和源极分别有线连接，任意线与接口应尽可能紧密地连接在一起，以防漏极和源极发生电流断路。漏极和源极连接的电阻限制设置为 $15\ \Omega$ 。因此，漏极或源极接触电阻超过 $15\ \Omega$ 将导致报错，从而在显示屏幕上显示 Fail，此项开机自检结果显示便于用户采取适当的纠正措施。

栅极电阻限值总计为 $150\ \Omega$ ，其中包括两个栅极电阻的串联组合，每个电阻通常为 $50\ \Omega$ 。因此，栅极触点的电阻必须小于 $50\ \Omega$ 。

测试仪提供一种连接栅极、漏极和源极的方法，将电流分流到两根源端线和采样端线，此方法具有四线测量的优点。

本仪器内置接触检查电路，可精确测量大电流漏极和源极连接的电阻。

在标准连接配置下，被测件电流被均分为二，因此每个源端引线都有 50% 的峰值电流。每次雪崩测试前都要检查漏极、源极和栅极的两个连接。

1.1.2 “雪崩控制” 选件

TH530 的侧板集成了一个特殊的雪崩控制电路，在发生雪崩报错时，可截断通路，使能量不经过被测件，而是通过选件泄放，以最大限度地减少对被测件和/或测试夹具的损坏。

阈值限值用于快速检测被测件电压在指定时间内未达到预设电压或在雪崩结束前低于预设电压的故障。

过压限值用于检测雪崩过程中的高电压限值，以防止损坏测试仪或被测件。

1.1.3 双极栅极驱动

TH530 为 N 沟道器件提供负的关断栅极电压，为 P 沟道器件提供正的关断栅极电压。该功能在菜单界面或使用 GPIB 指令切换。

具有主动栅极驱动，可确保栅极驱动更准确地切换到特定电压。此外，由于栅极驱动是双极的，因此测试仪可用于测试耗尽模式和增强模式被测件。此外，双通道每个器件的栅极驱动可具有独立的栅极驱动导通和关断电压。

1.1.4 波形捕捉与存储

TH530 可捕捉被测设备的电压和电流波形，其精确度不亚于示波器，并可储存这些波形以供日后查看和分析。同时，测试仪可将波形保存到测试结果文件中，在显示屏上用户最多可查看最近四次的波形数据。

1.1.5 前面板状态 LED

前面板共有有 15 个 LED 指示灯，分左中右三列排布，以下是左侧一列：

前面板功能 LED 左侧一列	
Pass	表述上次测试（包括自检）的状态为通过
Fail	表述上次测试（包括自检）的状态为失败
SW Interlock	当测试仪背面的安全联锁接口打开时接通，同时停止所有测试
SW Function	指示钳位功能启用、泄漏检查报错、峰值电流检测报错、破坏测试失败报错
GPIB/Serial	指示 GPIB 或串行端口上的活动

表 1-1 LED 信号说明（左）

以下是中间一列：

前面板功能 LED 中间一列	
Port #1	表示当前测试端口为端口 1
Port #2	表示当前测试端口为端口 2
HW Interlock	当测试仪背面的安全联锁接口打开时接通，同时停止所有测试
HW Function	开机后亮起，第一次测试后熄灭。之后仅在钳位功能启用时亮起
Sidepanel TXD	表示侧面板正在传输串行数据

表 1-1 LED 信号说明（中）

以下是右侧一列：

前面板功能 LED 右侧一列	
N-Channel	表示当前侧板任意端口 N 通道开启
P-Channel	表示当前侧板任意端口 P 通道开启
Contact Drain	表示漏极接触检查测试通过
Contact Source	表示源极接触检查测试通过
Sidepanel RXD	表示侧面板正在接收串行数据

表 1-1 LED 信号说明（右）

1.2 使用条件

1.2.1 电源

电源电压: 110V/220V(1±10%)

电源频率: 50Hz/60Hz(1±5%)

最大电流: 5A

1.2.2 环境温度与湿度

正常工作温度: 0℃~40℃, 湿度: < 90%RH

参比工作温度: 20℃±8℃, 湿度: < 80%RH

运输环境温度: 0℃~55℃, 湿度: ≤ 93%RH

1.2.3 几点注意问题

(1) 请不要在多尘、震动、日光直射、有腐蚀气体等不良环境下使用。

- (2.) 仪器长期不使用, 请将其放在原始包装箱或相似箱子中储存在温度为 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不大于 $85\%RH$ 的通风室内, 空气中不应含有腐蚀测量仪的有害杂质, 且应避免日光直射。
- (3.) 本仪器后有散热风扇, 左右有散热通风孔, 以避免内部温度升高影响精度, 请确保仪器处于良好通风状态下。
- (4.) 请勿频繁开关仪器, 以免造成存储数据的丢失。

1.3 体积与重量

体积(W*H*D): $350\text{mm}\times 122\text{mm}\times 425\text{mm}$

重量: 约 50kg

1.4 安全要求

本仪器为 I 类安全仪器

1.4.1 绝缘电阻

在参比工作条件下, 电源端子与外壳之间的绝缘电阻不小于 $50M\Omega$;

在湿热运输条件下, 电源端子与外壳之间的绝缘电阻不小于 $2M\Omega$;

1.4.2 绝缘强度

在参比工作条件下, 电源端子与外壳之间能承受额定电压为 1.5kV , 频率为 50Hz 的交流电压 1 分钟, 无击穿及飞弧现象。

1.5 电气规格

1.5.1 测试类型

- 对漏极/源极进行接触检查。
- 栅极控制电压置 0V , 漏、源极泄漏测试。
- 漏、源极开路和通路测试。
- 雪崩持续时间测试。
- 雪崩前和雪崩后泄漏测试。
- 双极栅极驱动允许测试耗尽和增强模式。

1.5.2 测试模式

- 单脉冲非闭合感应开关 (UIS) 模式。
- 单脉冲雪崩应力 (EAS) 模式 (与 UIS 模式相同)。
- 重复脉冲雪崩应力 (EAR) 模式。

- 重复脉冲故障 (RPF) 模式。

第 2 章 面板说明

本章内容仅为概略性说明,具体操作及详细解释参阅第 3 章相应内容。

2.1 前面板说明

前面板示意图如图 2-1 所示。



图 2-1 前面板实拍图

序号	名称	注释
1	商标及型号	
2	LCD 液晶显示屏幕	七寸液晶显示屏,显示所有的测量参数,状态,测量结果,等等。
3	电源开关(POWER) ⚡	接通或切断 220V 市电,处于按下位置时,接通电源;处于弹出位置时,切断电源。(注:本仪器支持 110V 电源输入。)
4	USB 接口	接 U 盘,烧录升级用。
5	RS-232 接口	传输数据。
6	软按键 Shutdown	停止测试。
7	软按键 Trigger	启动测试。
8	状态显示 LED	显示测试状态,可查看 1.1.5 节。
9	计量用面板	常态封锁。包含源电压、被测件 DS 端电压和电流、栅极电压、测试触发输出等接口,详细内容查看第七章。

表 2-1 前面板说明

2.2 后面板说明

后面板示意图如图 2-2 所示。



图 2-2 后面板实拍图

序号	名称	注释
1	Smart Box Interface	附属件接口
2	Interlock	安全联锁接口
3	三线电源插座	用于连接 220V/110V (50Hz/60Hz) 交流电源
4	Inductor Selector Control	连接 TH530-01 电感箱, 用于选择电感量
5	Control 15 Bins	输出 15 个分选信号
6	Control 4 Bins	输出 4 个分选信号
7	CANBus	CAN 通讯接口, 传输数据
8	Lan	网口, 传输数据
9	RS-232C	232 接口, 传输数据
10	LINE VOLTAGE RANGE	拨动开关, 切换 220V/110V 电源输入
11	Parallel Port	附属件接口
12	GPIB	通用接口总线
13	Output Selector Link	附属件接口

表 2-2 后面板说明

2.3 侧面板说明

侧面板示意图如图 2-3 所示



图 2-3 侧面板示意图

侧面板共有栅极驱动连接、漏极/源极连接、电感连接三种，其中栅极驱动连接和漏极/源极连接端各有四个。每个测试端必须与测试仪随附的同轴电缆连接。其中用于栅极驱动连接的四根电缆应为 **RG58(50-3)**，带 **BNC** 终端。内部导体通过与导体串联的 $1W51\ \Omega$ 电阻器分别连接到每个栅极触点。每对同轴屏蔽都与一个信号源触点相连。

另外四根电缆为 **RG-8/U(50-9)**，带有用于漏极/源极连接的 **UHF** 端接。中心导体分别连接到每个漏极触点，并分别连接到每个源极触点的屏蔽。只有一个屏蔽直接连接到栅极电缆屏蔽。

如果不需要接触检查触点电阻，则使用相同类型的电缆，但将所有导体分别并联到栅极、漏极和源极触点，并将每个输出测试仪端口的屏蔽（源极）绑在一起。始终使用栅极电阻器进行电缆阻抗匹配和限流。

2.4 主菜单

2.4.1 开机自检

接通电源后，**TH530** 进入开机画面。

之后会显示自检屏幕，显示所有内部电压是否符合规范：

2.4.2 主菜单界面

自检完成后，测试仪的主菜单将自动显示。



图 2-4 主菜单界面图片

2.4.3 主菜单项目

- (1) 元件设置
- (2) 测试设置
- (3) 测试模式
- (4) 测试结果
- (5) 系统设置
- (6) 通讯设置

以上任意菜单项都可进入另一个屏幕进行其他选择或输入数值。某些参数可通过触摸该项目切换到所需值来更改。

第3章 操作说明

3.1 基本功能

3.1.1 系统概述

TH530 测试仪的测试概念图如下图 3-1 所示，并在以下段落中加以说明。

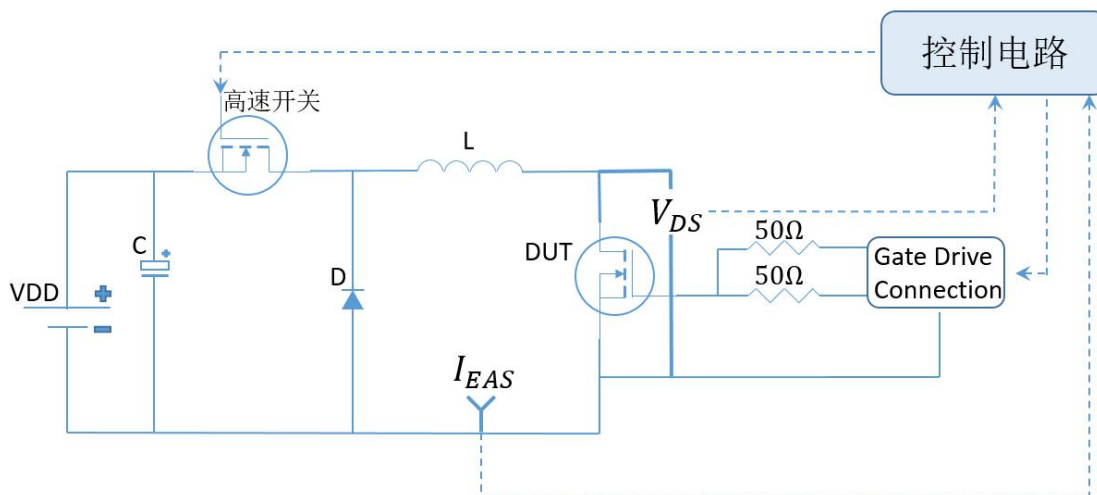


图 3-1 MOSFET 的简化开关测试电路

TH530 测试仪在向电感负载施加能量之前，会对所有三根器件引线进行接触电阻检查，并在零栅极偏压下进行测试前泄漏测试（选用）。

如果设备通过了测试，高速开关闭合，漏极电压 (VDD) 加到电感器上。然后，测试仪控制器激活脉冲发生器，通过限幅和终端电阻 R_g 接通被测件。TH530 的栅极脉冲发生器具有硬下拉和上拉功能，可产生非常干净的栅极波形。

TH530 测试仪提供的另一项测试功能是对 DUT 进行雪崩前和雪崩后漏电检查。其有一个可调漏电电压调节器，可设置为漏极电压以下的任何电压。可选的后漏电检查用于确认器件在雪崩测试结束时没有失效。

当高速开关和被测件接通时，漏极电流增加。连接到测量电路的电流传感器会不断与客户指定的峰值电流水平进行比较，从而监测瞬时电流值。到达指定的比较点时，高速开关与栅极关断，断开漏极电压电源。关断时，电感中存储的能量会产生较高的漏极电压，迫使被测件（以 NMOS 为例）进入雪崩状态，电流路径由续流二极管维持。因此，电感器中存储的所有能量都转移到了被测件上。此时电感上能量即为设定的可控击穿能量，也即 NMOS 的雪崩能量 (EAS)，计算公式为：

$$EAS = \frac{1}{2} I_p^2 L$$

其中 I_p 为关断被测件时的峰值电流，L 为此时电路选定的电感值（一般用 mH 级）。

如果发生低阻抗击穿或其余故障，则循环电流的崩溃时间会更长，测量电路会利用 T2 雪崩时间更长这一条件来确定发生了故障，最终结果以前面板指示灯呈现。

3.1.2 可用测试

TH530 测试仪可以执行多项测试。以下各段列出并描述了每种测试。

(1) 单脉冲测试

单脉冲测试时，每次按下 **Trigger** 键进行测试，测试仪内部的非闭锁电感开关会为测试提供单个栅极脉冲，完成单次的雪崩应力泄放。由于负载电感值和漏极峰值电流是独立变量，因此可以选择能量或峰值电流来执行测试。该测试可在任何测试仪模式下运行，并符合 MIL-STD-750E 方法 3470 的规格要求。

(2) 重复脉冲测试

以选定的间隔时间对被测件自动施加 2 至多个（用户设定，最广为 1000000）连续栅极脉冲（除非报错终止）。能量值由其他参数设定，与前一项测试相同。重复脉冲测试中，测试仪会显示最后一次测试结果，并保留前三次的测试数据，此数据可在测量结果中的“波形”中查看。**注意**，在单机模式下，重复测试时不可查看波形，仅可在测试结束或按下 **Shutdown** 键之后查看波形数据，但在上位机操控时，波形可实时查看。该测试按照 MIL-STD-750E 方法 3469 执行。

(3) 重复脉冲至失效测试

指以选定的间隔时间，从客户选定的参数开始，自动对被测件连续施加栅极脉冲。每次脉冲后，漏极电流或电感递增到下一个更高值，从而增加对被测件施加的能量，测试直至被测件损坏发生 **Fail** 为止（泄漏测试失败、峰值电流测试报错或雪崩报错）。波形查看注意事项与重复脉冲测试相同。漏极电流和电感增量可在“测试模式 1”中进行设置，最大电流和最大电感也是如此。

3.2 显示画面说明

3.2.1 元件设置显示界面

在主菜单上触摸“元件设置”，进入“元件设置”界面。

1. TH530-25100B				返回
漏极电压 50.0V	峰值电流 12.0A	泄漏电压 10.0V	额定电压 150V	栅极开压 10.0V
沟道类型 N沟道	能量开关 禁用	能量 144.0mJ	充电时间 480.0us	栅极闭压 5.0V
多脉冲 禁用	泄漏类型 预测	电感量 2.00mH	放电时间 160.0us	脉冲计数 6
钳位模式 关闭	阈值电压 500V	雪崩电压 2500V		
	上一个		下一个	

图 3-2 元件设置界面

注意：屏幕名称反映了分配给正在编辑或指定的外部规格的规格名称。外部规格也可使用 GPIB。

注意：外部规格 1 的规格设置完成后，轻触“下一个”链接显示外部规格 2。重复此步骤，直到定义了所有需要的规格。

注意：外部规格可通过 GPIB 命令重新命名，并可通过 GPIB 命令进行编辑。

3.2.1.1 漏极电压

触摸漏极电压，会显示漏极电源电压输入界面。

输入范围为 10-150V。需要注意的是，在由高电压切换至低电压时，由于电容器的电荷必须通过放电电阻泄放，因此电压下降需要一些时间才能稳定下来。如果要测试双封装部件，则每个器件的漏极电压必须相同，否则会出现速度错误。

注意：TH530 测试仪使用电源将电感器充电至峰值电流。因此，如果进行泄漏测试，只要泄漏电压设置低于被测件的击穿电压，就可以将漏极电压设置为高于被测件的击穿电压值。

注意：漏极电压设置越低，测试时间越长，测试速度越慢。

3.2.1.2 峰值电流

触摸峰值电流，将显示峰值电流输入界面。

TH530-25100B 的有效输入为 0.1 至 100A，增量为 0.1A。

TH530-25200B 的有效输入为 0.1 至 200A，增量为 0.1A。

测试仪根据该电流值和所选电感值计算出新的能量值。如果当前为能量模式（能量开关打开），则会根据新的能量和电流水平计算出新的电感值。

3.2.1.3 泄漏电压

泄漏电压显示输入界面，可输入雪崩前和雪崩后泄漏测试期间使用的漏电电压。泄漏电压的设置不能高于漏极电压。

漏电稳压器电压的设置范围为 2V 至（设置的漏极电压-2）V。将检测到大于 1.0mA 的漏电流；漏电流测试期间的最大漏电流为 8.0mA。

3.2.1.4 额定电压

触摸“额定电压”显示漏极至源极电压 (BVDSS) 输入界面。

输入范围为 5-2500V，步进为 1V。

额定漏极至源极电压 (BVDSS) 必须在初始设置时完成设置。测试仪会使用该值计算雪崩时间值，以测试栅极导通驱动结束后的闩锁或击穿问题。如果没有输入，且存储的值不正确，则可能出现不正确的测试结果和采样电压不精确。

3.2.1.5 栅极开压

栅极开压有效输入电压为 2-28V，输入的电压为绝对值，N 沟道器件为正，P 沟道器件为负。

注意：栅极关开压与栅极关压之和不得超过 30V。应首先设置栅极开压，如果栅极开压设置为 20V，则栅极关压设置被限制为不得超过 10V。

3.2.1.6 能量开关

此功能可启用或禁用能量测试模式。启用时，测试仪以 mJ 为单位显示能量。禁用时，以 mH 为单位显示电感。能量值由电感和峰值电流的当前值计算得出。

3.2.1.7 能量

触摸“能量”：显示以下能量值输入界面。如果启用了电感模式，则不会显示此屏幕。

在能量模式下，该屏幕允许输入 0-9999mJ 的数值，该数值将与输入的峰值电流值一起用于计算所需的电感值。

3.2.1.8 充电时间

由测试仪根据电感值和漏极电压自动计算；但用户也可以设置该时间。该时间值是测试仪在进入峰值电流故障报错之前允许电感充电的最长时间。

$$T_1 = \frac{L * I_{pk}}{V_{Drain}}$$

有效输入为 1-100000us，步进为 0.1us。计算值和测量值的更多详情，将在第 4 章阐述。

触摸“充电时间”将显示以下输入界面。该屏允许输入一个电感充电时间计数，该计数将取代程序自动计算的计数。

注意：必须在“测试模式 3”中禁用“T1/T2 计算”，才能手动更改该值。

3.2.1.9 栅极闭压

栅极闭压是一个绝对值，对 N 沟道器件来说，该值为负电压，而对于 P 沟道则为正电压。栅极开压和栅极闭压之和不能超过 30V。如果将栅极开压设置为 20V，则栅极闭压不能超过 10V。换句话说，栅极开压决定了最大栅极闭压。

3.2.1.10 多脉冲

该功能在启用和禁用之间切换。如果启用，测试仪将使用当前测试规格输出指定的脉冲数。进入多脉冲模式时，必须使用“脉冲计数”输入脉冲数。要延长测试周期之间

的延迟时间，可增加“测试模式 1”项目中的“设备周期时间”或“占空比”。开始多脉冲测试后，可再次按下测试按钮停止测试。

3.2.1.11 泄漏类型

该功能决定何时执行泄漏测试。可选项有

- 关闭
- 预测
- 后测
- 都测

3.2.1.12 电感量

当“能量模式”选择了禁用，则可在该界面为电感设置输入新值。

小于 1 的数值必须包含前导零和小数点。数值大于等于 1 时，如果不需要小数点，则只需输入整数。该值与输入峰值电流值一起用于计算能量值。

3.2.1.13 放电时间

有效输入为 1-100000us，步进为 0.1us。计算值和测量值的更多详情，将在第 4 章阐述。

$$T_2 = \frac{L * I_{pk}}{V_{DUT}}$$

放电时间是峰值漏极电流降至零的最长允许时间。该屏幕允许输入雪崩时间计数，该计数将覆盖程序计算的时间。

当测试仪电源断开时，上次输入的放电时间值或上次计算的值将自动保存和存储，这样就不必重新输入测试参数，从而更容易恢复测试。

注意：必须最后输入该功能，因为如果更改任何电感或能量参数，雪崩时间都会重新计算。

注意：必须在测试模式菜单 3 中禁用“T1/T2 计算启用”，才能手动更改该值。

3.2.1.14 脉冲计数

输入范围为 2-1000000。默认值为 2 个脉冲，可通过输入新数字进行更改。在多脉冲模式下，序列中任何一点的故障都会通过 BIN (Handler) 和 TEST END 信号终止流程。

3.2.1.15 钳位模式、阈值电压、雪崩电压

钳位模式：为保护测试仪，雪崩电压限制始终打开。本项默认处于关闭模式，即缺漏阈值电压。

阈值电压：“雪崩控制板”启用检测的阈值（下限）。范围为 10V-500V。

雪崩电压：“雪崩控制板”启用检测的过电压限值（上限）。范围为 5V-4000V。

注意：以上三项在“元件设置”界面中为灰色不可更改项。若用户购买的型号支持选用钳位模式功能，则可在“测试模式 4”启用该功能以及调整阈值电压、雪崩电压

3.2.2 测试设置显示界面

在主菜单上触摸“测试设置”时，将显示“测试设置”界面。该界面允许用户选择连接到测试仪的封装数量，以及在测试期间如何处理这些封装。



图 3-3 测试设置菜单界面

在“测试设置”界面中，测试仪会告知是否只测试一个设备，或是否测试一个完整的封装，或是否测试所有设备和封装。

3.2.2.1 封装数量

触摸“封装数量”显示输入界面。该界面设置连接到测试仪的封装数量。

3.2.2.2 测试类型

触摸“测试类型”并在可用的测试类型选择之间切换。

如果在“测试模式”菜单中启用了“破坏测试”，则只能选择一种设备测试类型。如果禁用“破坏测试”，则可选择以下测试类型：

- (1) **设备：** 仅测试封装中的一个设备。
- (2) **封装：** 测试封装中的所有设备。
- (3) **全部：** 测试连接到测试仪的所有封装。

如果 RSF 盒（附属件）已连接并启用（**目前未配，以下同**），则可选择以下测试类型：

- (1) **设备**： 仅测试封装中的单个设备。
- (2) **RPF**： 在此模式下只能测试单个设备。
- (3) **双二极管**： 测试连接到 Handler 盒的双二极管。
- (4) **双 IGBT**： 测试连接到 Handler 盒的双 IGBT 设备。
- (5) **封装**： 测试封装中的所有器件。
- (6) **全部**： 测试连接到测试仪的所有封装。

注意：当 Handler 盒用于二极管测试时，侧板雪崩电压在选择低驱动时设置为 400V，在选择高驱动时设置为 1200V。用户可以更改这些值。

3.2.2.3 选择封装

当“封装数量”设置为 2 或更多时，触摸“选择封装”，可选择要在“封装编辑”界面上配置的封装。

3.2.2.4 选择设备

触摸“选择设备”：在“封装编辑”界面上选择要配置的选定封装中的设备。

注意： 只有当测试类型设置为设备时，该选择才有效。

单路： 只有 A 可用。

双路： A 和 B 可用。

三路： 可选 A、 B 和 C

四路： 可选 A、 B、 C 或 D。

3.2.2.5 封装类型

“封装类型”显示在“封装编辑”界面上选择的封装类型。如果连接了 Handler 盒，封装类型可能会改变。

如果 Handler 盒未连接，则可选择以下测试类型：

单路；双路；三路；四路

如果 Handler 盒未连接，则可选择以下测试类型：

IGBT；反向 IGBT；MOSFET；双二极管

3.2.3 封装编辑显示界面

触摸“编辑”按钮后，将显示以下“封装编辑”界面。

在编辑封装之前，必须首先在“测试设置”中选择该封装（“选择封装”项目）。



图 3-4 封装编辑界面

3.2.3.1 封装

默认情况下，本项目显示封装编号，该编号“测试设置”中“选择封装”设置。触摸“封装”将显示另一个封装编号，而除非该封装同样在“测试设置”中被选中，其连接和封装类型是不能进行编辑的。

3.2.3.2 设备

触摸“设备”：选择显示所选封装中的哪个设备数据。只有“封装编辑”界面上选择了双路及以上类型时，此项目才可被设置。

3.2.3.3 封装类型

触摸“封装类型”：选择编辑封装类型。

如果未连接 RSF 盒，则可选择以下测试类型：

单路；双路；三路；四路

如果连接了 RSF 盒，则可选择以下测试类型：

IGBT；反向 IGBT；MOSFET；双二极管

3.2.3.4 测试端口

触摸“测试端口”：选择测试仪侧面两个端口中的一个，用于测试选定封装中的选定设备。

3.2.4 测试模式 1

测试模式是指影响测试启动方式、使用 15 Bins 或 4 Bins、电感值以及是否捕捉测试波形的功能。触摸更多按钮时，会显示其他测试模式参数。



图 3-5 测试模式菜单界面

3.2.4.1 自动启动

该功能在启用或禁用之间切换测试仪。如果选择启用，则测试仪接受来自 Handler 的测试开始信号。如果选择禁用，则只允许从前面板按钮启动测试。GPIB 程序可以随时控制测试。

3.2.4.2 破坏测试

切换选项包括“禁用”、“电流”、“电感”三项。选择后两者时，都会启用“破坏测试”。“电流”增加漏极电流，而“电感”增加电感值。

注意在启用“破坏测试”之前，必须禁用“自动启动”。如果选择“电流”，则根据周期时间长短使用设备周期或占空比。如果选择“电感”，则根据较长的周期时间使用继电器周期或占空比。

“破坏测试”用于评估被测件的最大承受雪崩能量和电流失效点。按下“Trigger”（触发）按钮后，测试按先前输入的参数值开始。执行一个完整的测试周期，然后将峰值电流或电感值递增一步。然后，根据占空比或设备周期（以时间较长者为准）延迟后重复测试周期。“破坏测试”一直持续到被测件损坏、达到最大设置限值或再次按下“Trigger”按钮。

当被测件发生故障时，显示屏上会显示所有参数的最后值，以便记录故障条件。建议将漏极电压值设置得足够高，以便充电电流波形在预期故障点之前保持合理的线性；否则，可能会报告峰值电流故障。此外，建议同时开启捕捉和存储功能，以便分析故障前的三个波形。

3.2.4.3 电流增量

如果在“破坏测试”中选择了“电流”，则可在该项设置漏极电流的增量步长。测试仪型号决定最大漏极电流。

3.2.4.4 电感增量

如果在“破坏测试”中选择了“电感”，则可在此项设置电感的增量步长。连接到测试仪的外部电感箱和测试模式 2 的电感类型决定了最大电感量。

3.2.4.5 电流极限

此项设置“电流”项目的最大电流。

3.2.4.6 电感极限

此项设置“电感”项目的最大电流。

3.2.4.7 设备周期

该功能设置“多脉冲”或“破坏测试”中每次递增漏极电流后开始测试的间隔时间。该延时使被测件在执行下一次雪崩测试前有时间恢复。输入范围为 1ms 至 60,000ms，增量为 1.0ms。

注意： 实际最短器件周期时间基于测试规格。如果占空比关断时间超过设备周期时间，则实际最短设备周期时间可能会进一步缩短。

直接影响最小设备周期时间的测试参数包括测试前泄漏测试、测试后泄漏测试、峰值电流、电感、波形捕捉、波形存储、继电器周期时间、电感器类型和测试类型。

总之，测试前泄漏测试、测试后泄漏测试、峰值电流的实际延迟取决于占空比关闭时间或设备周期时间的较大值。

3.2.4.8 继电器周期

该功能可在继电器动作时设置延时。测试仪会自动检测继电器何时需要切换，并插入该延时。继电器用于电感负载箱和 RSF 盒。

3.2.4.9 占空比

该功能设置“多脉冲”或“破坏测试”中每次递增电感后开始测试的间隔时间。范围为 0.001%至 99.999%，增量为 0.001%。

注意： 实际最大占空比将受到当前测试参数的限制。如果设备周期时间超过占空比关断时间，实际最大占空比可能会进一步降低。

同样的，限制最大占空比的参数有前泄漏测试、测试后泄漏测试、峰值电流、电感、波形捕捉、波形存储、继电器周期时间、电感器类型和测试类型。

总之，前泄漏测试、测试后泄漏测试、峰值电流、的实际延迟取决于占空比关闭时间或设备周期时间的较大值。

3.2.4.10 多路周期

当多路复用器连接到测试仪时，此功能设置每个测试周期之间的周期时间。范围为10ms至60000ms，增量为1ms。

3.2.5 实用程序（测试模式1界面）

触摸“测试模式1”界面上的“实用”，将显示以下测试仪实用程序选择界面。



图 3-6 实用程序界面

3.2.5.1 内部电压

触摸“内部电压”可显示如下界面，该界面可测量和显示测试仪内部的电压和设置，而无需取下盖子。这些电压用于自检和PM检查（预防性维护检查），以确保测试仪工作正常。

内部电压测量			
AGND 0-0.2V	+5V 4-4V	+24V 22-26V	+12V 11.4-12.6V
+3.3V 3-3.5V	2.5Vref 2.3-2.7V	+15V 14.25-15.75V	-15V -14.25-16V
V-ADC 0-0.1A	V-LEAK 设定值±1V	V-DRAIN 设定值±2V	I-Peak1 设定值±1A
V-GATE 设定值±1V	Am Temp 0-50°C	+1.8V 1.7-1.8V	

图 3-22 内部电压界面

注意： 进入“内部电压”界面时，所有测试端口均关闭。此时可通过“侧板”选择要测试的特定测试端口配置。离开“内部电压”界面时，所有测试端口都将关闭。

注意： 当测试仪处于正常运行模式，且由 Handler 或 GPIB 程序控制时，不应激活内部电压检查。在运行内部电压检查之前，将自动启动切换至手动模式（禁用测试模式 1 自动启动）。

3.2.5.2 侧板命令（内部电压）

触摸“内部电压”界面上的“侧板”可显示如下界面，本界面可以切换侧板上的功能开关，结果将显示在前面板上，通过此界面可以帮助排除故障。退出“实用”界面后，这些控制切换将被重置。



图 3-7 侧板命令界面

警告： 只有受过 TH530 测试仪培训的人员才能使用此界面，因为这些命令可能会导致 TH530 测试仪上出现高电压。

(1) N DUT1

启用端口 1。漏极通过电感连接到高速开关的输出端，源极连接到漏极电源的负端。若被测件夹具连接恰当，电压测量系统就能测量漏极至源极的电压。此外，它还将栅极短路至端口 2 的源极。

(2) N DUT2

启用端口 2。漏极通过电感连接到高速开关的输出端，源极连接到漏极电源的负端。若被测件夹具连接恰当，电压测量系统就能测量漏极至源极的电压。此外，它还将栅极短路至端口 1 的源极。

(3) P DUT1

启用端口 1。源极通过电感连接到高速开关的输出端，漏极连接到漏极电源的负端。若被测件夹具连接恰当，电压测量系统就能测量漏极至源极的电压。此外，它还将栅极短路至端口 2 的源极。

(4) P DUT2

启用端口 1。源极通过电感连接到高速开关的输出端，漏极连接到漏极电源的负端。若被测件夹具连接恰当，电压测量系统就能测量漏极至源极的电压。此外，它还将栅极短路至端口 2 的源极。

(5) GS On

为快速切换栅极极性，启用栅极驱动器输出上的栅极短路。

(6) GS Off

在测试前，禁用栅极驱动器输出上的栅极短路。

(7) Kelvin 1

启用端口 1 上的漏极和源极接触检查电路。测试继续实时进行。

(8) Kelvin 2

启用端口 1 上的漏极和源极接触检查电路。测试继续实时进行。

(9) 泄漏

启用则将泄漏电压调节至设定值。禁用关闭泄漏电压调节。

注意：在测试端口接通的情况下必须小心，因为泄漏电压（10V 至 140V）会施加到所选测试端口的漏极至源极。

3.2.5.3 自检测试

本项与开机界面时执行的自检测试相同。不同的是，在本界面执行自检时，端口 1 与端口 2 都将执行自检，而开机时只执行端口 1 的自检测试。

自检测试			结束
AGND PASS	+5V PASS	+24V PASS	+12V PASS
+3.3V PASS	2.5Vref PASS	+15V: PASS	-15V PASS
V-ADC PASS	V-LEAK NR	V-DRAIN PASS	I-Peak1 PASS
V-GATE NR	Am Temp NR	+1.8V NR	
重测			

图 3-8 自检测试界面

注意：若自检失败，请重复测试保证读数重复，然后进入“内部电压界面”，查看是否由读数超限。另外，执行自检测试时，所有测试立即终止，测试时不得进行自检测试。

3.2.6 测试模式 2

触摸“更多”，将进入测试模式 2 界面。



图 3-9 测试模式 2 界面

3.2.6.1 捕获

在启用和禁用之间切换。如果禁用“捕获”，则也会禁用“崩溃”和“存储”，并且不会显示波形。启用“捕获”时，由于读取波形数据需要时间，因此测试的速度会变慢。

3.2.6.2 崩溃

如果“捕获”已启用，则在启用和禁用之间切换。启用本功能时，将分析被测件电压波形的最小电压和最大电压，查看电压差是否大于被测件的最大电压设定值。

3.2.6.3 存储

可选择禁用、波形、峰值和 DL。只有启用“捕获”时，本项才可被选。选择“波形”时，最后四个波形将存储在 FIFO 内存中。如果选择峰值，则在 FIFO 存储器中存储最后 2000 个峰值读数。如果选 DL，则会存储最后 80 个结果；

3.2.6.4 崩溃电压

在“最大波形”和“额定电压”之间切换，这是分析“破坏测试”中最大电压的选项。波形最大值为 T2 延时率后波形中的最大电压。

额定电压使用额定电压参数作为最大值，与波形最大值无关。在这种情况下，如果测试最后结束时最终电压高于额定电压，则有可能出现负崩溃百分比。负崩溃百分比在结果上总显示 **Pass**。

3.2.6.5 崩溃比率

这是为通过测试而接受的崩溃百分比。范围为 **5%至 90%**。

3.2.6.6 T2 延时率

破坏测试中分析雪崩电压时，自 T2 时间开始，会有一段延迟时间，本项为延迟的百分比。范围为 **0 至 75%**。

3.2.6.7 分选类型

切换两种分选类型：电平和脉冲。

3.2.6.8 接口电源

启用时，接口电源由测试仪内部电源提供。禁用时，接口电源使用自身电源。

3.2.6.9 栅极检查

启用或禁用被测件栅极的接触检查测试。启用时允许栅极电阻超过 **50 Ω**。

3.2.6.10 接口极性

在高电平和低电平之间切换，当“分选类型”为“电平”时，切换此项目更改 Handler 输出 Bin 信号的电平极性。具体内容查看 **6.2.1** 节。

3.2.6.11 开/短路

“元件设置”中的“泄漏类型”必须选为“预测”。

本项验证被测件是否会被测试。

3.2.6.12 电感箱

本型号测试仪暂时不可修改该项。

3.2.7 测试模式 3

触摸“下一个”，将进入测试模式 3 界面。

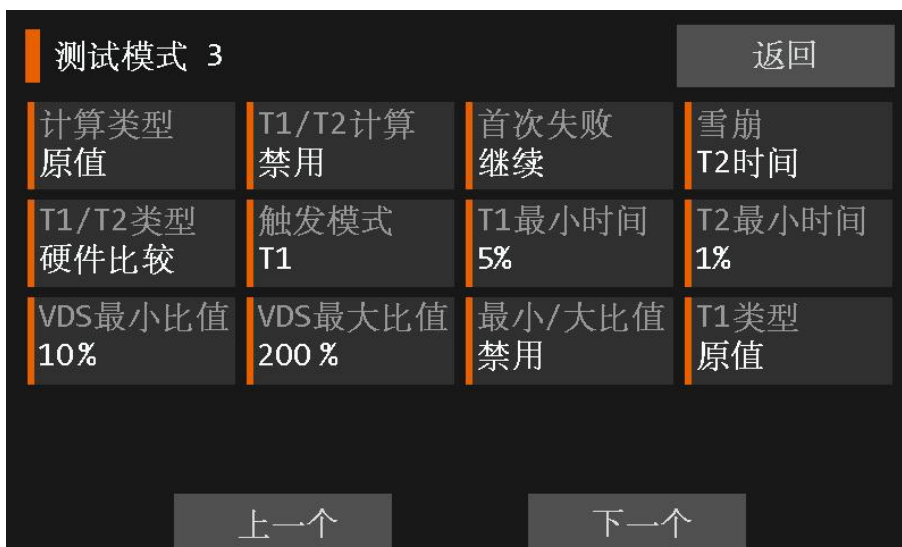


图 3-10 测试模式 3 界面

3.2.7.1 计算类型

在“原值”、“矫正”、“理想”直接按切换。

- 原值：计算包括电路损耗补偿系数。在此模式下不能使用外部电感器。
- 矫正：计算测量值，包括电感器和侧板损耗，以提供更准确的预测值和实际值。此模式下不能使用外部电感器。
- 理想：理想值，无电路损耗补偿。

3.2.7.2 T1/T2 计算

测试仪计算 T1 和 T2 时间并将两个值传输至“元件设置”界面中的“充电时间”和“放电时间”。用户可以手动更改这些计算时间，测试仪将使用这些手动输入的时间而不是计算时间，此时忽略任何其他测试仪设置。

启用时，每当输入参数发生更改时，测试仪都会计算 T1 和 T2 时间。

禁用时，测试仪不会计算 T1 和 T2 时间。必须在“元件设置”界面手动输入正确的充电时间和放电时间。

3.2.7.3 首次失败

此功能设置测试仪在多设备测试中对设备故障的反应。

- 停止：当测试中的任何设备出现故障时，测试仪将停止测试。如果由于前一个设备故障而未测试该设备，测试仪将为未测试的设备发送“未运行”报告。
- 继续：当一个设备失败时，将完成测试中其余所有设备的测试，并报告所有设备的结果。

3.2.7.4 雪崩

此功能设置测试仪用于确定雪崩故障的方法。

- T2 时间：测试仪使用“放电时间”为参考依据，以确定雪崩故障。
- VDS 跌落：读取被测件的电压波形以确定雪崩故障。在测量的 T2 时间内，电压测量值必须高于设备的 VDS 额定值，并在测量的 T2 时间结束前保持高于该电压。

注意：必须启用“捕获”功能才能选择“VDS 跌落”。

3.2.7.5 T1/T2 类型

此功能设置测试仪选定实际 T1/T2 时间的方法。

- 信号波形：读取波形来确定实际的 T1/T2 时间。
- 硬件比较：使用内部硬件电路确定 T1/T2 时间。

注意：必须启用“捕获”功能才能选择“信号波形”。

3.2.7.6 触发模式

定义+5V 触发信号的工作方式。默认显示测试时 T1 电流上升段。

- T1：当电感中电流上升时，触发器在 T1 时间内变为高电平，然后在栅极关闭时变为低电平。
- T2：在被测件的 T2 雪崩期间触发器变为高电平，然后在电流降至零电流设定点时变为低电平
- 启/停：雪崩测试开始时（来自任何信号源），触发器变为高电平。测试结束时，触发器变为低电平。
- S/E：从 Handler 收到 SOT 时触发器变为高电平，向处理程序发送 EOT 时触发器变为低电平。

3.2.7.7 T1 最小时间

默认值为 5%。输入一个值，表示允许进行雪崩测试的 T1 最小时间。范围从 1 到 100%，步进为 1%。如果输入 50，则将 T1 最小时间设为“元件设置”中指定的 T1 时间或计算的 T1 时间的 50%。

注意：如果 T1 时间低于 T1 最小时间，结果将是峰值电流故障，即使电流可能达到设置电流值。在这种情况下，测试将继续正常进行，因为 T1 最小时间的确定是在测试之后才进行的。当被测件出现真正的峰值电流故障（电流未达到设置的峰值）时，被测件在超时后仍处于开启状态，这样电感中的任何电流都会缓慢耗散，而不会发生雪崩，导致被测件可能损坏。

3.2.7.8 T2 最小时间

默认值为 1%。表示允许进行雪崩测试的 T2 最小时间值。范围从 0 到 100%，步长为 1%。如果输入 50，则将 T2 最小时间设置为“元件设置”中指定的 T2 时间或计算的 T2 时间的 50%。如果设置为零，则不进行最小 T2 时间检查。

注意：如果 T2 时间小于 T2 最小时间，则整个测试报告为雪崩失败。

3.2.7.9 VDS 最小比值

默认值为 10%。输入范围为 10%-100%，步长为 1%。

根据“元件设置”中设置的“额定电压”设置 VDS 最小比值。如果额定电压为 200V，而 VDS 最小比值设置为 50%，则 VDS 必须至少达到 100V。

注意：该测试检查(额定电压* VDS 最小比值%) \leq Vmeasured peak \leq (额定电压* VDS 最大比值%)。

3.2.7.10 VDS 最大比值

默认值为 200。输入范围从 100%到 1000%，步长为 1%。

如果额定电压为 100V，Vds 最大比为= 150%，那么如果电压大于 150V，就会出现雪崩故障。

3.2.7.11 最小/最大比值

可选择禁用、单点或全点。

注意：如果“雪崩”设置为“VDS 跌落”，然后启用“最小/最大比值”，软件将把“雪崩”更改为 T2 时间。如果已启用“最小/最大比值”，然后又将“雪崩”设置为“VDS 跌落”，则软件将把“最小/最大比值”设置为禁用。

3.2.7.12 T1 类型

定义 T1 测量功能。

- 原始：T1= (计算 T1* 2) +间接费用
- 严格：T1=计算 T1* 2。任何测量致使 T1 时间超出该值都将会报峰值电流出错。
- 扩展：计算 T1 时间小于 25 μ S 的情况下使用 4 倍计算值。适用于非常短的 T1 时间。

运行测试模式图表				
测试条件	计算类型	T1/T2 计算	雪崩	T1/T2 类型
必须输入 T1/T2 时间。故障基于 T2 时间和信号波形中的实际 T1/T2 时间。	N/A	禁用	T2 时间	信号波形
必须输入 T1/T2 时间。故障基于 T2 时间和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	N/A	禁用	T2 时间	硬件比较

必须输入 T1/T2 时间。故障基于电压大于 VDS 和信号波形中的实际 T1/T2 时间。	N/A	禁用	VDS 跌落	信号波形
必须输入 T1/T2 时间。故障基于电压大于 VDS 和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	N/A	禁用	VDS 跌落	硬件比较
原值计算。故障基于测量的 T2 时间大于计算的 T2 时间。	原值	启用	T2 时间	信号波形
原值计算。故障基于 T2 时间和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	原值	启用	T2 时间	硬件比较
原值计算。故障基于电压大于 VDS 和信号波形中的实际 T1/T2 时间。	原值	启用	VDS 跌落	信号波形
原值计算。故障基于电压大于 VDS 和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	原值	启用	VDS 跌落	硬件比较
补偿计算。故障基于 T2 时间和信号波形中的实际 T1/T2 时间。	矫正	启用	T2 时间	信号波形
补偿计算。故障基于 T2 时间和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	矫正	启用	T2 时间	硬件比较
补偿计算。故障基于电压大于 VDS 和信号波形中的实际 T1/T2 时间。	矫正	启用	T2 时间	信号波形
补偿计算。故障基于电压大于 VDS 和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	矫正	启用	T2 时间	信号波形
基于 (I*L) / V 的纯数学计算，没有任何补偿或调整。故障基于 T2 时间和信号波形中的实际 T1/T2 时间。	理想	启用	T2 时间	信号波形
基于 (I*L) / V 的纯数学计算，没有任何补偿或调整。故障基于 T2 时间和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	理想	启用	T2 时间	信号波形
基于 (I*L) / V 的纯数学计算，没有任何补偿或调整。故障基于电压大于 VDS 和信号波形中的实际 T1/T2 时间。	理想	启用	T2 时间	信号波形
基于 (I*L) / V 的纯数学计算，没有任何补偿或调整。故障基于电压大于 VDS 和硬件计数器的实际 T1/T2 时间。	理想	启用	T2 时间	信号波形

3.2.8 测试模式 4

触摸“下一个”，将进入测试模式 4 界面。



图 3-11 测试模式 4 界面

本界面用于可选的“雪崩控制”电路，只有安装了该电路界面内项目才可修改。

3.2.8.1 钳位设置

启用后，该页面的设置将作为所有测试的总体钳位设置，忽略此时“元件设置”中的设置值。

禁用后，“测试模式”中的控制权将从该页面移出，转到每个“元件设置”的界面中。

3.2.8.2 钳位模式

为保护测试仪，雪崩电压限制始终打开。本项默认处于关闭模式，即缺漏阈值电压。

3.2.8.3 阈值电压

这是被测件在 T2 雪崩期间的电压下限，该电压下限在“钳位模式”开启后可以调节。如果被测件的雪崩电压低于此值，“雪崩控制”电路将被接通，它将断开被测件，使电路中的电流不经过被测件而是通过该电路泄放，以阻止被测件进一步的损坏。范围为 10V 至 500V。

有两个故障与阈值电压设置有关：

1. 低启动电压：在这种情况下，被测件电压在所选延迟结束前没有超过阈值限制设置。
2. 阈值下降：在这种情况下，被测件电压在所选延迟结束前确实高于阈值限制设置，但测量 T2 雪崩时间结束前又低于该设置。

3.2.8.4 雪崩电压

这是雪崩测试期间的上限电压。它设置了雪崩控制电路的超限电压。范围为 10V 至 2500V。

注意： 无论“钳位模式”如何，雪崩电压始终启用。如果将雪崩电压设置为低于 2500 的某个值，然后关闭“钳位模式”，则仍使用上次的雪崩电压。

3.2.8.5 传感器端口 1

端口 1 传感器切换，可选本地或远控。

3.2.8.6 传感器端口 2

端口 2 传感器切换，可选本地或远控。

3.2.9 测试模式 5

触摸“下一个”，将进入测试模式 4 界面。



图 3-12 测试模式 5 界面

如果启用了“不合格比率”，那么在“监控数量”设置了测试数量之后，一旦合格比率低于设置的“合格比限制”，将会停止测试。例如，将“监控数量”大小设置为 100，“合格比限制”设置为 95%，那么在 100 次测试之后，如果合格率低于 95%，测试就会停止。

如果连续测试失败次数超过连续失败次数限制字段，连续失败次数限制选项将停止测试。

3.2.9.1 高速开关（HSS）延迟

在“打开”和“关闭”之间切换。

HSS 延迟时打开被测件栅极与打开高速开关之间的延迟时间。

3.2.10 测试结果 1

在主界面触摸“测试结果”，将进入刚刚完成的测试结果界面。



图 3-13 测试结果 1 界面

3.2.10.1 封装

在为测试定义了多个封装后，可选择测试结果显示的封装。

3.2.10.2 设备

在为所选封装选择了多个设备后，可在选定的封装中选择测试结果显示的特定设备。当“破坏测试”启用时，该选择可用于选择对双通道、三通道或四通道封装中的哪个设备进行破坏测试。请注意，一次只能对一个设备进行破坏测试。

3.2.10.3 峰值电流

显示从当前波形测量到的峰值电流。必须启用“捕获”功能才能使用此测量。

3.2.10.4 结果

显示封装的第一个接触检查故障。同时显示源极、漏极或栅极接触检查故障。

3.2.10.5 计算 T1

计算得出的电感中电流上升的充电时间。当漏极电压、峰值电流和电感值全部设定后，该时间会自动计算出来，用户也可以手动输入该时间。

3.2.10.6 测量 T1

漏极电流达到峰值所需的实际测量时间。

3.2.10.7 计算 T2

根据电感值、峰值电流和额定电压计算出的雪崩时间，用户也可以手动输入该时间。

3.2.10.8 测量 T2

实际测量的雪崩时间。在执行测试后，雪崩期间的实际微秒数与之前输入的能量和 BVDSS 值计算得出的值将用于比较。如果测量值低于计算值，除非电压崩溃或后泄漏测试失败，否则会出现通过分区信号。如果实际值等于或大于计算值，则发出雪崩失败信号。

3.2.10.9 封装类型

显示当前设备所属的封装类型。本项与“测试设置”界面上的选项相同。

3.2.10.10 测量类型

显示当前测试结果下设备的测量类型。项与“测试设置”界面上的“测试类型”选项相同。

3.2.10.11 波形

显示选定封装中选定器件的测试波形。电压轴和时间轴刻度与用于测试被测件的测试规范一致。

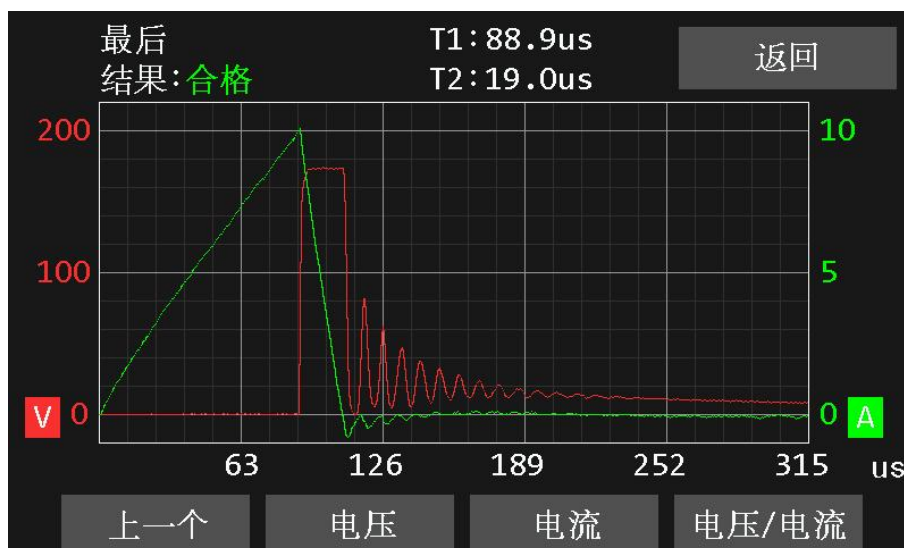


图 3-14 电压电流波形图

为便于用户查看，测试仪默认同时显示电压电流波形，用户仍可触摸“电压”或“电流”来单独查看对应波形。



图 3-15 单独电流波形

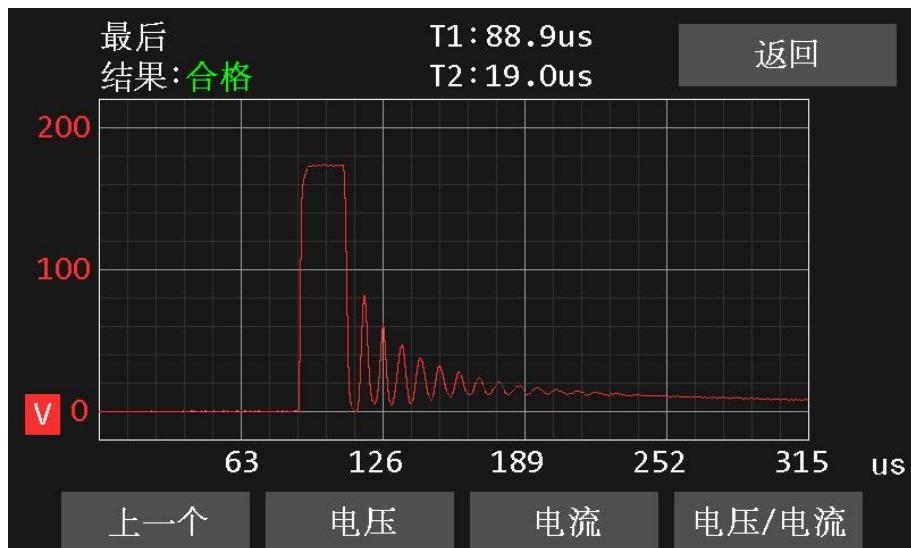


图 3-16 单独电压波形

另外，测试仪将保留最多四次最新波形，触摸“上一个”可查看当前波形前一次的波形数据，最多支持向前查看三次。

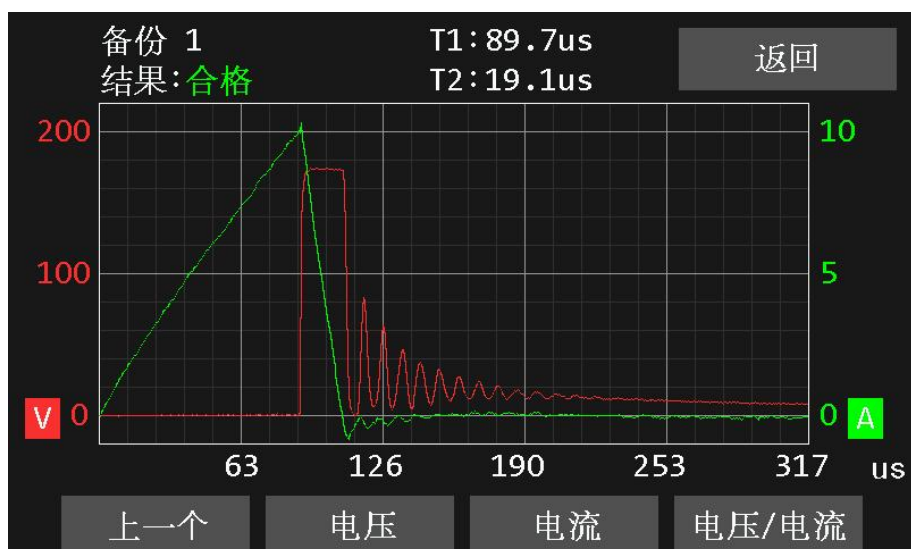


图 3-17 上一个测试波形 (Pass)

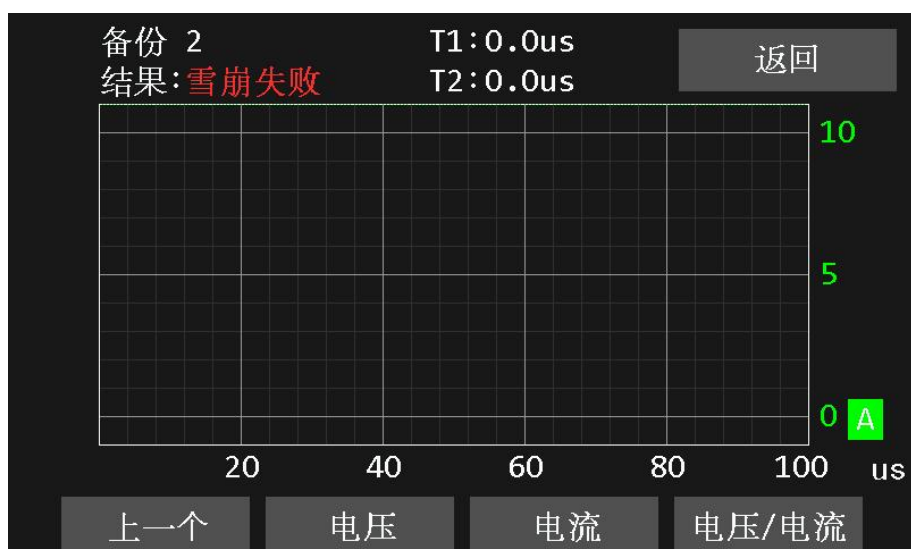


图 3-18 上一个测试波形 (Fail)

3.2.11 测试结果 2

在测试结果 1 触摸“更多”，将进入测试结果 2 界面。这些是基于被测件测试参数的最小值和最大值。



图 3-14 测试结果 2 界面

3.2.11.1 T1 最大时间

T1 最大时间是计算 T1 时间的 2 倍。

3.2.11.2 T1 最小时间

T1 最小时间由计算 T1 时间与“测试模式 3”中的“T1 最小时间”设定的比率相乘得到。

3.2.11.3 T2 最大时间

T2 最大时间是计算得出的 T2 时间。

3.2.11.4 T2 最小时间

T2 最小时间由计算 T2 时间与“测试模式 3”中的“T2 最小时间”设定的比率相乘得到。

3.2.11.5 崩溃最大电压

崩溃最大电压是被测件上测得的最大电压

3.2.11.6 崩溃最小电压

崩溃最小电压是发生雪崩时，在 T2 时刻被测件两端测得的电压。

3.2.11.7 崩溃电压比率

崩溃电压比率是测量电压跌落比率。

3.2.11.8 测试时间

测试时间是最后一个测试周期花费的时间。

3.2.11.9 能量

能量是最后一次被测件测试时计算得到的能量值。

3.2.11.10 电感量

电感量是当前测试周期设置的电感值。

3.2.12 系统设置

在主菜单触摸“系统设置”，进入设置界面。



图 3-15 系统设置界面

3.2.12.1 语言

在“中文”和“英文”之间切换，用户可选择两种语言显示界面。

3.2.12.2 升级

用户可以使用同惠提供的 U 盘对内部软件进行升级。

3.2.13 通讯设置

在主菜单触摸“通讯设置”，进入设置界面。

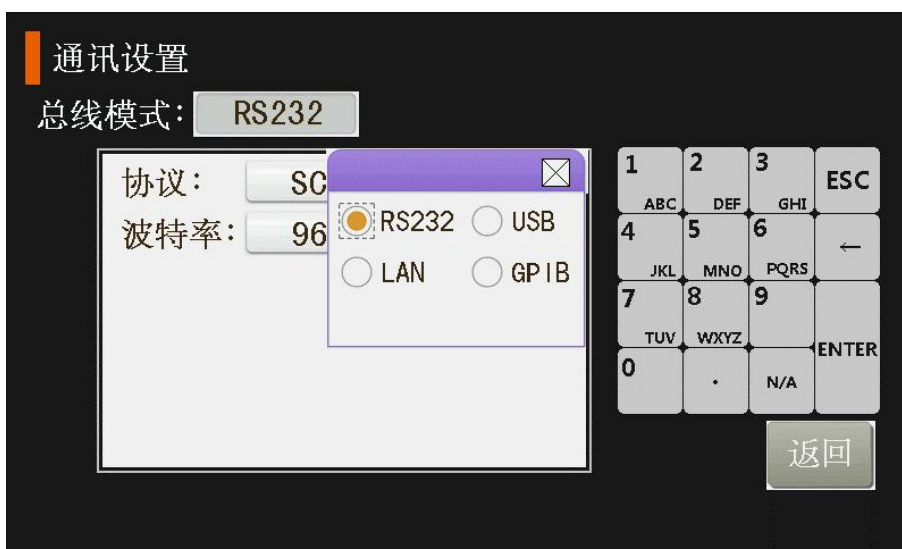


图 3-16 通讯设置界面

本界面可选择通讯方式：

- RS232
- USB
- LAN
- GPIB

详情查看第五章。

3.3 手动测试夹具盒

测试仪随附了一款用于手动测试的测试盒，用户通过使用连接线将侧板接口与手动测试夹具盒相连，可以更方便的对被测件进行测试，测试盒适用测试 MOSFET (TO247) 和二极管。



图 3-32 手动测试夹具盒前面板

3.4 可选 Interlock

本功能选用，视版本型号选配。

当测试仪后面板上的 **Interlock** 接口未连接时，**SW Interlock** 和 **HW Interlock** 功能启用，同时停止所有测试。测试仪配备了连接插头，用户在收到设备时应检查是否缺少该配件，若有则于测量前准备工作中将其连接至 **Interlock** 接口，以便仪器正常工作。

第4章 元件的正确测量

4.1 测试流程概述

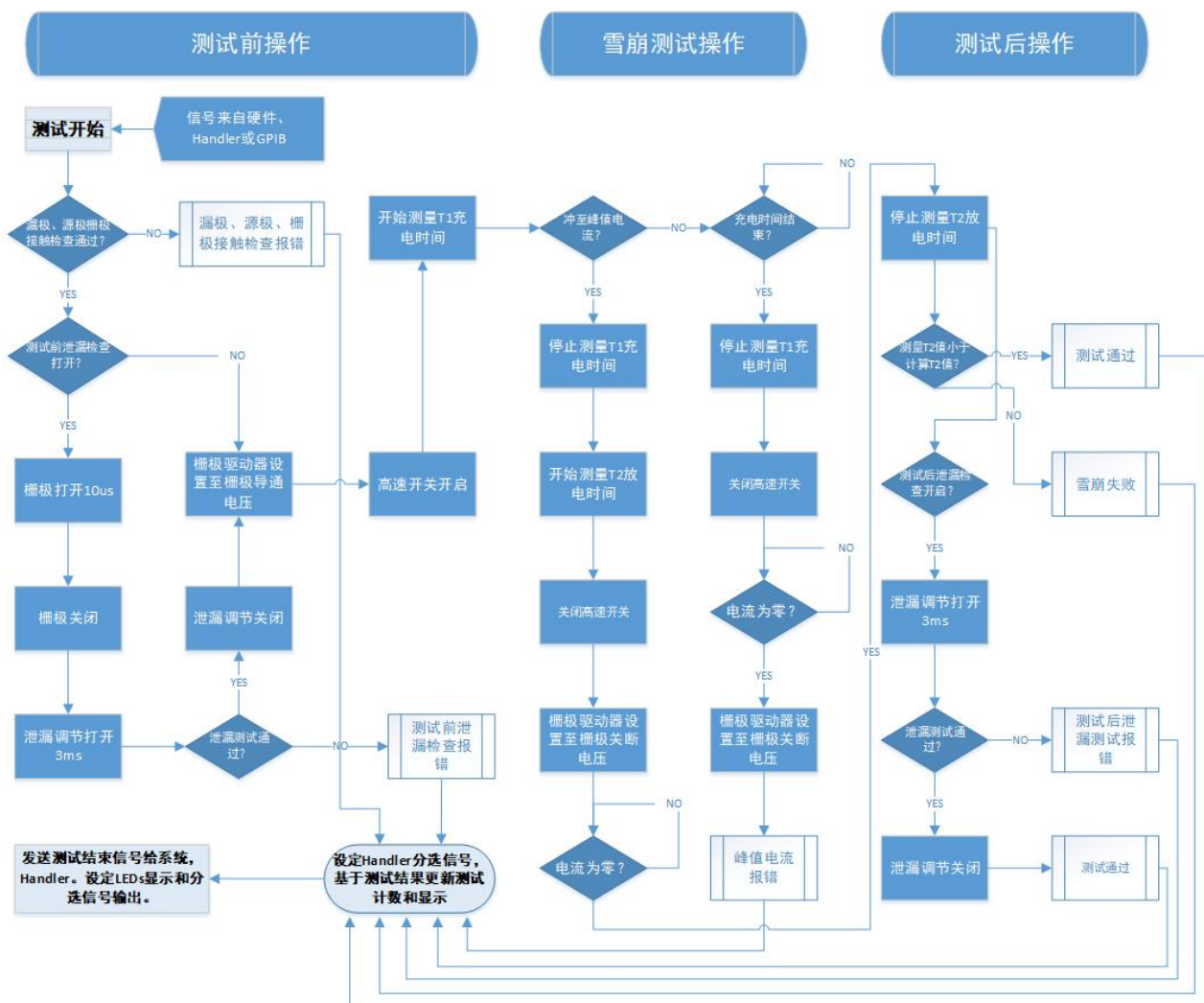


图 4-1 雪崩测试周期流程图

GPIB、前面板 Trigger 按钮或 Handler 都可发送测试启动命令，启动指令首先会启动测试端口或 Handler 触点的接触检查。在检测到设备不存在或检测到高电阻触点时，测试仪不通电。

栅极、源极、漏极的连续性检查验证是通过感应其独立电路元件完成的。若连续性测试失败，将会终止测试流程，在报告接触检查出错后，发送测试结束信号。测试仪还会报告哪些连接（栅极、漏极和/或源极）未能通过接触检查。

当在主菜单“元件设置”里的“泄漏类型”选择了预测时，若接触检查通过，将会进行测试前泄漏检查。检查时电路中的电流检测器会监测流过被测件的任何电流。在栅极电压设置为 0 的情况下，用户设置的泄漏电压会被施加到被测件上，读取电流检测器测量值，与设置值比较后测试仪会发出 LEAKAGE（泄漏）信号，并通过 TEST END（测试结束）终止测试序列。如果电流超过 1mA，则发出 FUNCT FAIL 二进制

信号。泄漏出错的原因可能是被测件存在缺陷、选择了错误的通道类型或被测件在测试夹具中发生倾斜，导致漏极和源极之间短路。

如果预泄漏检查没有检测到电流流动（小于 **1mA**），则栅极电压被驱动至栅极导通电压。对于 **P** 沟道器件，栅极驱动器还会反转栅极脉冲的极性。

栅极电流被分成两个相等的通路，每个通路串联 **50 Ω** 电阻。当栅极接通时，在前沿或后沿瞬态期间，栅极对地显示为高电容，导致高频分量只看到每一段中的终端电阻，从而不会产生反射。

在构成栅极脉冲剩余部分的较低频率下，电缆长度并不重要。由于有两条通路和测试仪提供的刚性驱动，有效串联栅极电阻为 **25 欧姆**，这个值接近于干净开关和寄生振荡抑制的最佳值。

从测试仪到被测试装置的所有极性切换都由固态继电器完成，这些继电器的额定电压和电流都能满足测试仪的要求。测试仪中没有机械继电器，不会减慢测试时间或需要定期维护。

接着对被测件进行雪崩测试。当在主菜单“元件设置”里的“泄漏类型”选择了后测时，若被测件通过了雪崩测试，执行测试后泄漏检查。首先启用漏电调节器，并再次打开高速开关。延迟 **3ms** 后，再次测量。如果电流读数小于 **1mA**，则输出测试结束和测试通过信号。测试前泄漏电压和测试后泄漏电压可设置，最大值为漏极电源设定的电压。

在多脉冲模式下，根据输入的参数计算出指定最大占空比的延时。在延迟结束时，如果没有检测到故障，将重复接通栅极脉冲和高速开关接通开始的过程。如果序列中的任何位置出现故障，则会通过相应的出错信号和 **TEST END** 终止该测试。

4.2 被测件的正确连接

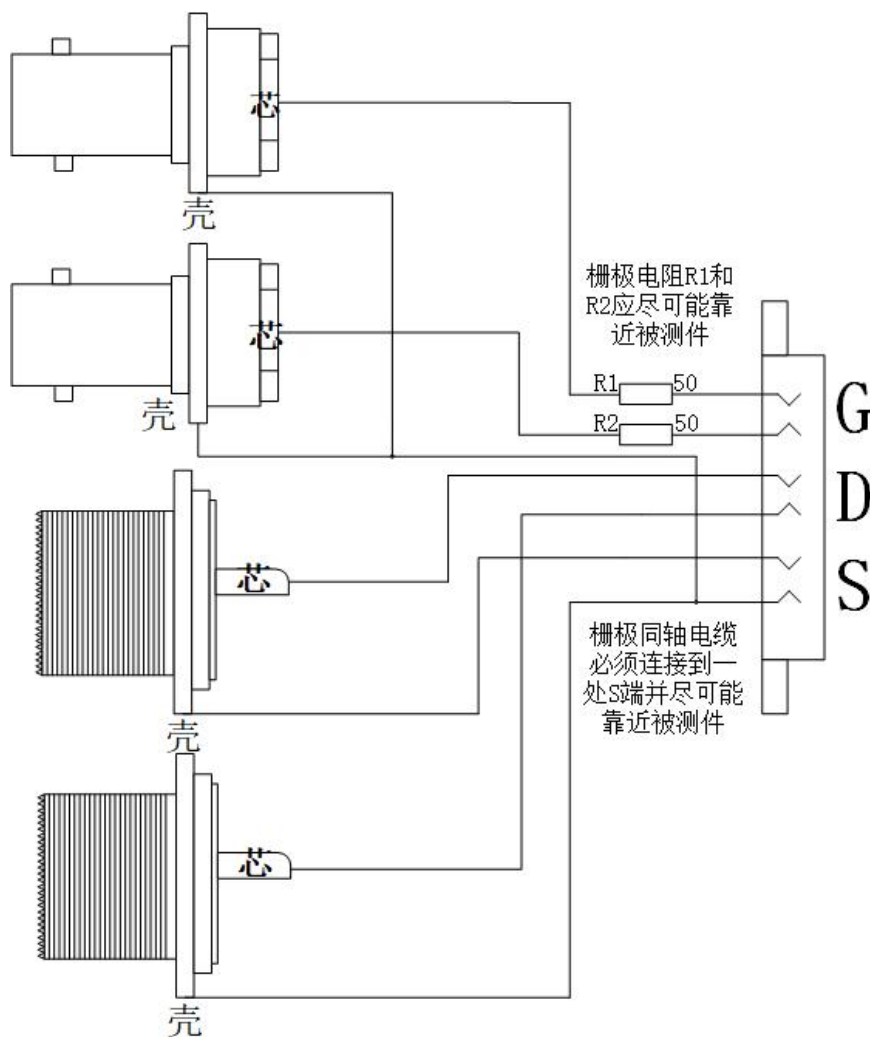


图 4-2 测试仪与被测件的连接示意图

下图显示了将测试仪连接到测试插座或处理器的推荐方法。请注意，R1 和 R2 必须与栅极驱动信号串联，否则栅极驱动信号不会达到指定值，测量结果也不会准确。

TH530 配备用以测试的手动连接盒，测试前用户应将侧面板接口与手动连接盒对应端口进行连接，其中 Drain 与 Gate 分别有两个端口，为两路分流设计，故不区分连接，以下是测试仪与手动连接盒的简化连接示意图。

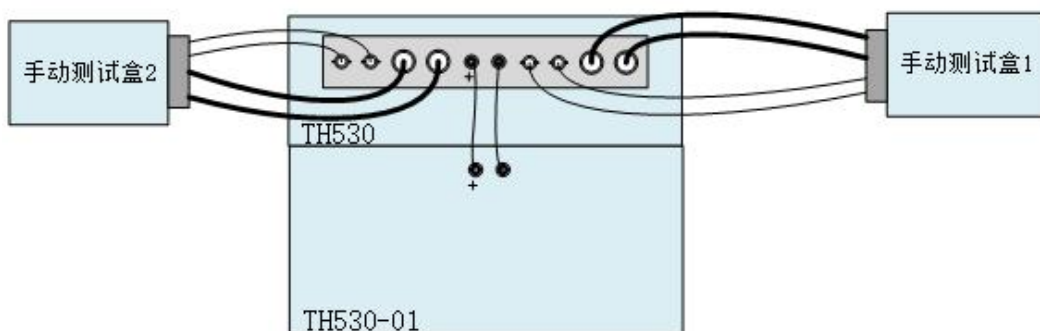


图 4-3 双通道手动连接盒简化连接示意图

测试仪配备电感箱 TH530-01，测试仪侧面板上 Inductor Connections 接口通过电感箱连接线缆（红+黑-）连接至电感箱侧面板，后面板 Inductor Selector Control 接口同样通过配备连接线接至电感箱，用以选择使用电感量。

4.3 雪崩测试周期

如第一节中所示，当在被测件栅极施加导通信号时，高速开关也被启用，在 T1 时间内对电感器充电。若被测件质量良好，漏极电流将持续增加，直到达到用户设定的峰值电流值，低增益被测件或无法导通的被测件可能会导致漏极电流达不到设定的峰值电流水平，具体表现为计算 T1 时间大于实际 T1 时间。此外，与被测件串联的高电阻或损耗也会导致同样的 T1 故障。

当漏极电流上升到设定峰值电流值时，无论线性度如何，栅极驱动和高速开关都会关闭。这就关闭了被测件的同时消除了电感器的漏极功率，因此在雪崩条件下，只有存储在电感器磁场中的能量可用于器件耗散。

在栅极驱动和高速开关关闭之后，良好的被测件会产生很高的雪崩电压，迅速耗散电感器的存储能量。测试仪使用当前所选电感值、用户提供的峰值电流和额定漏极至源极电压参数值，计算出每种类型器件的预期电感场下降值（放电时间，T2）。计算得出的 T2 值将转换为电感器中存储的能量放电所需的时间（以微秒为单位）。这个数字被用作最大允许雪崩时间，称为“计算 T2 时间”。

关闭栅极驱动时，将启用一个以微秒为单位计数的计数器。一旦被测件的电流降至零，计数器输入即被禁用。在雪崩 T2 时间结束时，读取计数器值并与计算出的 T2 时间值进行比较，以确定被测件是否通过雪崩测试。

若被测件良好，测量 T2 时间将小于或等于计算 T2 时间，并产生一个通过信号。雪崩期间击穿电压的崩溃会延长传导时间，从而使测量的 T2 时间大于计算的 T2 时间。这种情况下会产生 FAIL 二进制信号。如下图所示。

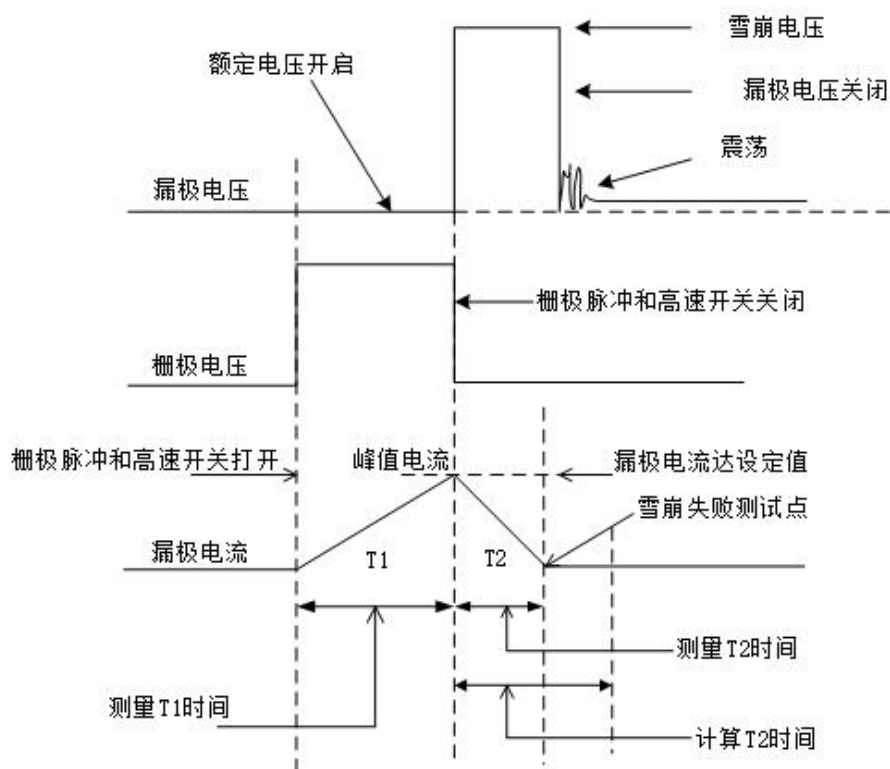


图 4-4 基于测量 T2 时间的雪崩通过波形

某些器件可能会出现接触问题，导致漏极电流无法达到设定的峰值电流值。测试仪会基于设定的漏极电压以及电感值来一个最大时间 ($T1*2$)，在该最大时间内检查漏极电流是否达到电流峰值。如未达到，则关闭栅极驱动和高速固态开关。测试终止，并报告峰值电流故障。如下图所示。

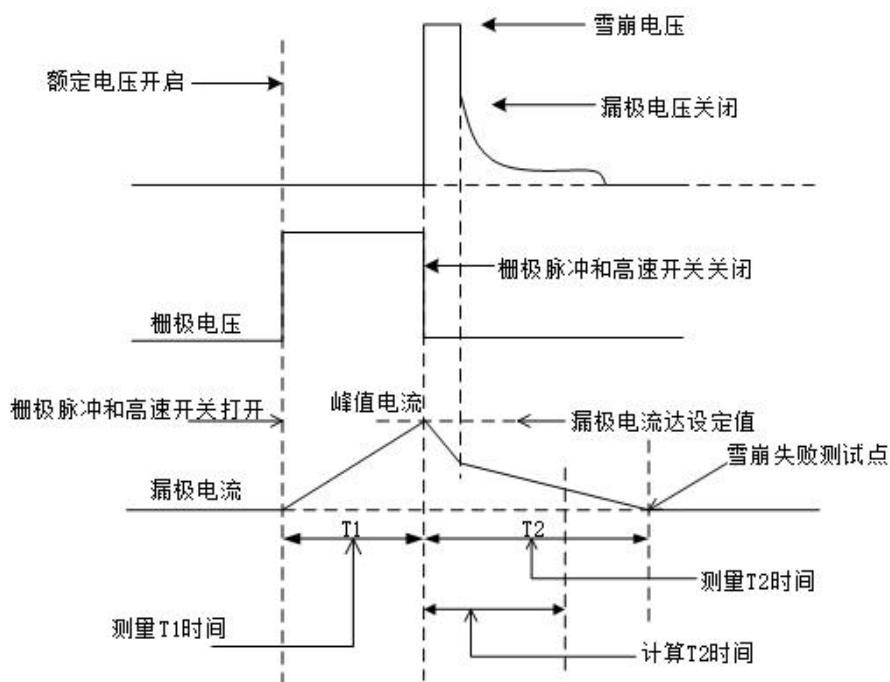


图 4-5 基于测量 T2 时间的雪崩失败波形

4.4 雪崩泄漏测试

根据测试仪的设置，可以在雪崩测试前、测试后或测试前后对被测件进行泄漏测试。这不是测量实际漏电电流，而是确定被测件或测试夹具中是否存在短路的简单测试。

测试仪内部的漏电稳压器电压可从 2V 设置到为被测试装置雪崩测试设置的漏极电压。漏电流大于 1mA 会被检测为漏电故障。漏电流最大限制为 8mA。

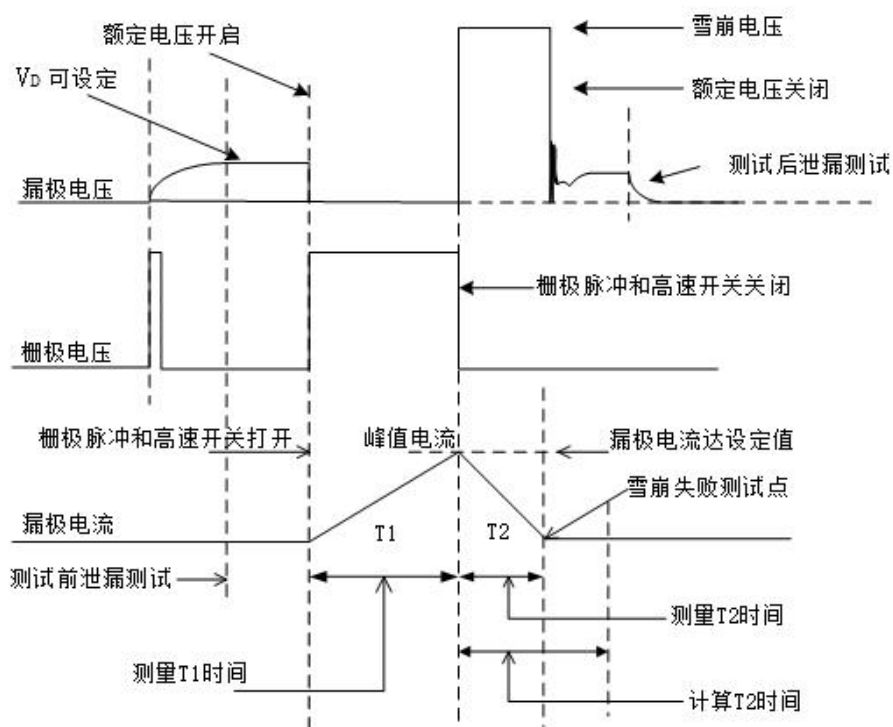


图 4-6 有完整泄漏测试的雪崩测试

4.5 实际雪崩周期

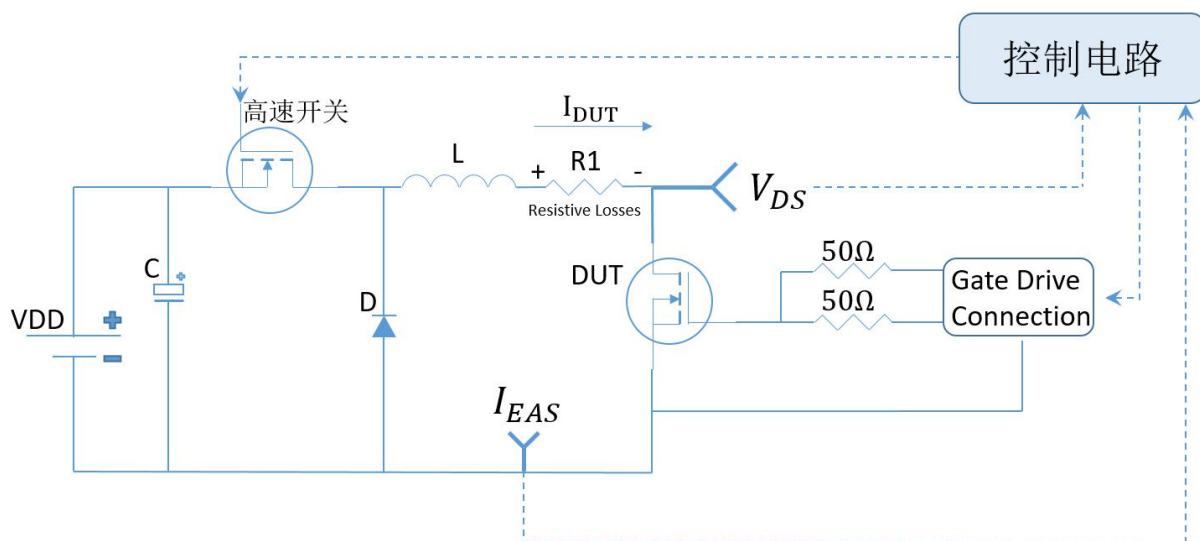


图 4-7 有损耗的实际雪崩测试系统

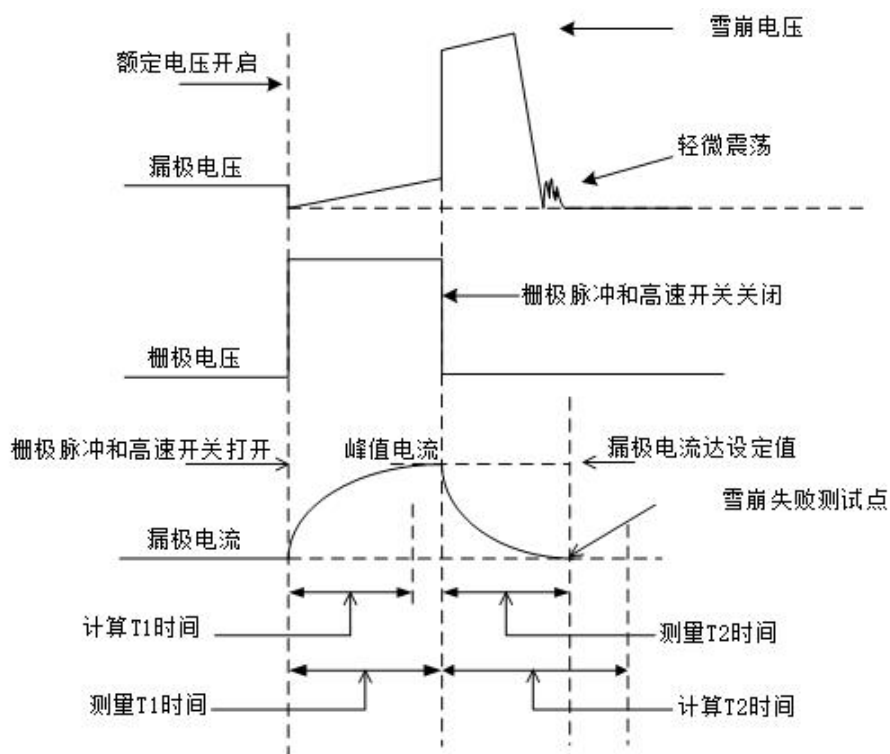


图 4-8 夸张显示的实际雪崩波形

系统损耗会对 T1 和 T2 时间产生影响：

- 损耗增加测量 T1 时间
- 损失减少测量 T2 时间

注意漏极电压和漏极电流的波形。在 T1 期间，VDS ON 并不为零，这表明电压下降是由于电流在增加。在 T2 期间，即使电流减小，雪崩电压也显示出上升斜率，这可能是发热导致的现象。

第 5 章 接口与通讯

5.1 指令调试

指令集为上位机控制本机的控制指令集，此处以 SCPI 为准。以下是软件调试流程：

- (1) 熟悉 SCPI 指令集。
- (2) 检查仪器波特率、工作模式、控制线连接情况。
- (3) 上位机按相同条件设定，注意端口是否正确。
- (4) 测试 (*IDN?) 指令，仪器会返回型号和 ID，可以确认通讯是否正常。注意：字符格式和结束符。
- (5) 根据需要切换当前的设置界面，后设定对应的设定指令。
 - 元件设置，测试设置，测试模式界面，响应 FUNC 指令。
 - 切换界面，响应 DISP 指令。
 - *IDN? 指令任意状态有效。

5.2 指令参考

本仪器可使用 RS232C 串行接口或 LAN, GPIB 并行接口进行数据通讯和远程控制，但不可同时使用；它们具有相同的程控命令，但使用不同的硬件配置和通讯协议。关于 RS232C、LAN、GPIB 等接口基本说明本章将略过，仅对仪器指令使用进行阐述说明，用户可查阅资料了解以上三种接口。

5.2.1 指令格式

指令集结构的基本规则如下：

- (1) 指令所有字符皆为 ASCII 字符集字符，输入状态为英文大写输入状态即可。
- (2) 仪器指令集只描述仪器接受或发送的实际字符。
- (3) 指令字符都是 ASCII 字符。
- (4) 指令的数据格式为整数或浮点字符串打印成的 ASCII 字符串，以下标记为“<???”。数据的单位为默认值，不在指令中出现。
- (5) 指令结束必须有指令结束标记(NL^END)：一条指令结束的标识符，无此符仪器不解析指令。
 - 默认结束标记为：单字节十进制整型字符串数（10）、单字节十六进制整型字符串数（0x0A）。
 - 认可的打印结束标记：回车符（LF）、打印控制符（\n 回车换行符）。

5.2.2 指令集使用示例

表 5-1 列举了多项指令，并对这些指令进行了说明

指令	说明
*IDN?	//查询仪器连接情况
FUNC:DISP:PAGE?	//查询当前显示界面
DISP:PAGE WAVE	//切换到波形界面
FUNC:SOUR:STEP 1:DV?	//查询第一个元件参数源极电压
FUNC:SOUR:STEP 1: pki 20.1	//设置第一个元件参数的峰值电流为 20.1A
FUNC:STAR	//启动测试
FETC?	//查询测试结果
DISP:PAGE MODE1	//切换到测试模式 1 界面

表 5-1 指令集列举及说明

RS232 模式： 9600， 8、 N、 1

注意：指令请预留足够的指令响应时间，指令区溢出则指令遗失。

注意：测试过程中指令响应会有延迟，响应指令可能引起仪器测试时序失步。

5.2.3 指令示例拷贝

使用指令示例拷贝时，有以下使用注意事项：

- (1) “ ” 为空格加灰背景方便辨识，指令其他部分不含空格。
- (2) “//” 及以后内容为备注，非指令集内容。
- (3) 请自行添加指令结束标记(0x0A)或回车换行。

5.3 SCPI 指令集

SCPI 命令是树状结构的，最多可以有 3 层，在这里最高层称为子系统命令。只有选择了子系统命令，该命令下的层才能有效，使用冒号来分隔命令的层次结构。示例如图 5-1。

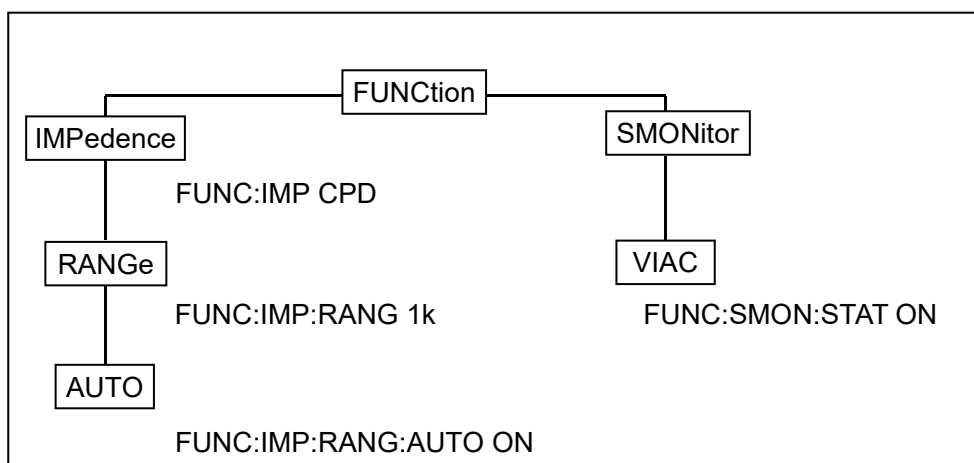


图 5-1 命令树例子

对于本仪器，仪器子系统命令主要有以下命令：

- DISPlay
- FUNCtion
- SYSTem
- MMEM
- FETC

5.3.1 DISPlay 子系统命令集

DISPlay 子系统命令集主要用于界面设定与查询功用，下表给出了 DISPlay 命令集的一些指令与功能说明。

命令	说明	语法/范例
DISPlay: COPY	插入 U 盘可拷屏	
DISPlay: PAGE	设定仪器的显示页面	语法： DISPlay:PAGE<page name>
DISP:PAGE?	查询当前界面	范例 设置指令：DISP:PAGE MEAS 返回值：Test Spec

表 5-2 DISPlay 子系统命令集命令列举及说明

对于指令 DISPlay: PAGE，其根据设定界面不同有不同的使用语法。下表给出了具体不同指令语法。

命令语法	说明
MAINPAG	设定显示页面至：主界面
MEAS	设定显示页面至：元件设置

MODE1	设定显示页面至：测试模式 1
MODE2	设定显示页面至：测试模式 2
MODE3	设定显示页面至：测试模式 3
MODE4	设定显示页面至：测试模式 4
MODE5	设定显示页面至：测试模式 5
PACK	设定显示页面至：测试设置
EDIT	设定显示页面至：编辑
SYST	设定显示页面至：系统设置
RESULT	设定显示页面至：测试结果 1
RESULT2	设定显示页面至：测试结果 2
WAVE	设定显示页面至：波形显示
UTILIT	设定显示页面至：实用
INTERVOLT	设定显示页面至：内部电压
SIDE	设定显示页面至：侧板
SELFTEST	设定显示页面至：自检测试
COM	设定显示页面至：通讯设置

表 5-3 DISPLAY: PAGE 命令语法

5.3.2 FUNCTION 子系统命令集

FUNCTION 子系统命令集主要用于设定仪器测试功能的测试参数。

FUNCTION 命令树如下图：

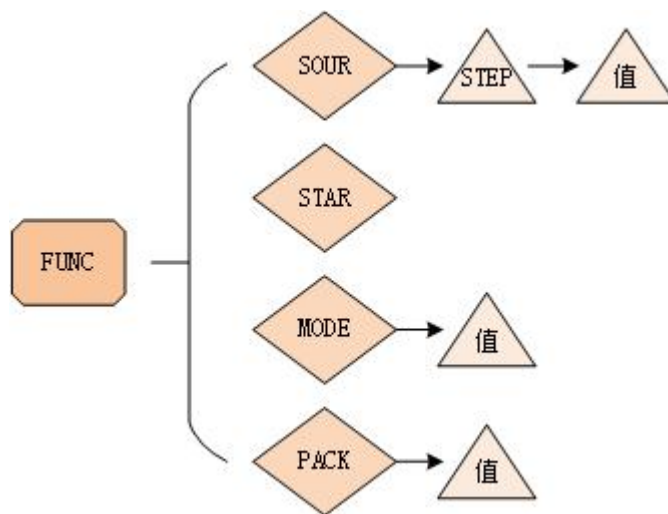


图 5-2 FUNCTION 命令树

对于命令字“SOUR”的值，有如下参数：

: 参数	_数据范围	说明
: dv	10.0~150.0	源极电压
: gonv	2.0~28.0	栅极开压
: goffv	30- gonv	栅极闭压
: leakv	2.0~50.0	泄漏电压
: pki	0.1~200.0	峰值电流
: rv	5~overv	额定电压
: t1	0.1~100000.	充电时间
: t2	0.1~100000.	放电时间
: ev	1.0~5000.0	能量
: indi	0.01~159.0	电感量
: mnum	2~1000000	脉冲计数
: chan	n/p	沟道类型
: mpen	0~1	多脉冲使能
: laeken	0~3	泄漏类型
: enen	0~1	能量开关

表 5-4 命令字“SOUR”参数

对于命令字“MODE”的值，有如下参数：

: 参数	_数据范围	说明
: sren	0~1	自动启动
: refen	0~2	破坏测试
: inci	0.1~200.0	电流增量
: incl	0.01~159.0	电感增量
: maxi	(pki+inci)~200.0	电流极限
: maxl	(indi+incl)~159.0	电感极限
: dicy	1~60000	设备周期
: recy	50~60000	继电器周期
: ducy	0.001~99.999	占空比
: muxcy	10~60000	多路周期
: caen	0~1	捕获
: coen	0~1	崩溃
: sten	0~3	存储
: cven	0~1	崩溃电压
: copv	5~90	崩溃率
: t2pv	0~75	T2 跳过率
: hand	0~1	接口电源
: osen	0~1	开短路
: calc	0~2	计算类型
: tcacl	0~1	T1/T2 计算
: fail	0~1	首次失败

: aval	0~1	雪崩
: ttype	0~1	T1/T2 类型
: trig	0~3	触发模式
: t1min	1~100	T1 最小时间
: t2min	0~100	T2 最小时间
: vdsmin	10~100	VDS 最小比值
: vdsmax	100~1000	VDS 最大比值
: t1mode	0~2	T1 模式
: hssen	0~1	高速开关
: hdelay	2~10000	高速测试等待
: crowset	0~1	钳位设置
: crowmode	0~1	钳位模式
: threv	10~500	阈值电压
: OverV	5~4000	雪崩电压
: fyield	0~1	不合格比率
: monsize	10~100	监控数量
: passprov	60~99	合格比限制
: stopsail	0~1	不合格停止
: failsize	5~10	不合格限制

表 5-4 命令字“MODE”参数

对于命令字“PACK”的值，有如下参数：

: 参数	数据范围	
: packnum	1~32	封装数量
: testtype	0~2	测试类型
: packsele	1~10	选择封装
: testdev	0~3	封装设备
: packtype	0~3	封装类型
: testport	1~2	测试端口

表 5-4 命令字“PACK”参数

5.3.2.1 PROG 功能命令集

FUNC:STAR 仪器在测试界面时，启动测试。

5.3.2.2 元件设置功能命令集

(1) **FUNC:SOUR:STEP<sn>:dv** 设置/查询 源极电压

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>:dv <数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>:dv?

数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<电压值>	数据类型	浮点数
	数据范围	10.0~150.0
	数据精度	0.1
	数据单位	V

表 5-5 源极电压命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 dv 的源极电压设置为：65.6V

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1:dv 65.6
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1:dv?
- 返回值：65.6

(2) **FUNC:SOUR:STEP<sn>: gonv** 设置/查询 栅极开压

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: gonv <数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: gonv?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<电压值>	数据类型	浮点数
	数据范围	2.0~28.0
	数据精度	0.1
	数据单位	V

表 5-6 栅极开压命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 gonv 的栅极开压设置为：65.6V

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1:gonv 12
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1:gonv?
- 返回值：12.0

(3) **FUNC:SOUR:STEP<sn>: goffv** 设置/查询 栅极闭压

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: goffv <数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: goffv?

数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<电压值>	数据类型	浮点数
	数据范围	2.0~28.0
	数据精度	0.1
	数据单位	V

表 5-7 栅极闭压命令说明

-命令使用范例：把 STEP 1 中 goffv 的栅极闭压设置为：12.6V

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: goffv 12.6
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: goffv?
- 返回值：12.6

(4) **FUNC:SOUR:STEP<sn>: leakv** 设置/查询 泄漏电压

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: leakv<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: leakv?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<电压值>	数据类型	浮点数
	数据范围	2.0~50.0
	数据精度	0.1
	数据单位	V

表 5-8 泄漏闭压命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 leakv 的泄漏电压设置为：20.6V

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: leakv 20.6
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: leakv?
- 返回值：20.6

(5) **FUNC:SOUR:STEP<sn>: pki** 设置/查询 峰值电流

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: pki<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: pki?

数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<电流值>	数据类型	浮点数
	数据范围	TH530_25200B 0.1~200.0
		TH530_25200A 0.1~200.0
		TH530_25100B 0.1~100.0
		TH530_25100B 0.1~100.0
	数据精度	0.1
数据单位	A	

表 5-9 峰值电流命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 pki 的峰值电流为：20.6A

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: pki 20.6
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: pki?
- 返回值：20.6

(6) **FUNC:SOUR:STEP<sn>**: rv 设置/查询 额定电压

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: rv<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: rv?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<电压值>	数据类型	浮点数
	数据范围	5~overv(雪崩电压)
	数据精度	1
	数据单位	V

表 5-10 额定电压命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 rv 的额定电压设置为：60V

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: rv 60
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: rv?
- 返回值：60

(7) **FUNC:SOUR:STEP<sn>: t1** 设置/查询 充电时间

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: t1<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: t1?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<时间值>	数据类型	浮点数
	数据范围	0.1~100000.0
	数据精度	0.1
	数据单位	us

表 5-11 充电时间命令说明

注意：只有在测试模式 3 中启动 T1/T2 计算才能设置

命令使用范例：把 STEP 1 中 t1 的充电时间为：76.8us

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: t1 76.8
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: t1?
- 返回值：76.8

(8) **FUNC:SOUR:STEP<sn>: t2** 设置/查询 放电时间

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: t2 <数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: t2?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<时间值>	数据类型	浮点数
	数据范围	0.1~100000.0
	数据精度	0.1
	数据单位	V

表 5-12 放电时间命令说明

注意：只有在测试模式 3 中启动 T1/T2 计算才能设置

命令使用范例：把 STEP 1 中 t2 的放电时间为：64.0us

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: t2 64.0
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: t2?

- 返回值：64.0

(9) **FUNC:SOUR:STEP**<sn>: ev 设置/查询 能量

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: ev<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: ev?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<能量值>	数据类型	浮点数
	数据范围	1.0~5000.0
	数据精度	0.1
	数据单位	mJ

表 5-13 能量命令说明

注意：只有在元件设置中启动能量开关才能设置

命令使用范例：把 STEP 1 中 ev 的能量为：6.5 mJ

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: ev 6.5
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: ev?
- 返回值：6.5

(10) **FUNC:SOUR:STEP**<sn>: indi 设置/查询 电感量

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: indi<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: indi?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<电感量>	数据类型	浮点数
	数据范围	0.01~159.0
	数据精度	0.01
	数据单位	mH

表 5-14 电感量命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 indi 的电感量为：4.80 mH

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: indi 4.80

- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: indi?
- 返回值：4.80

(11) FUNC:SOUR:STEP<sn>: mnum 设置/查询 脉冲计数

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: mnum<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: mnum?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<计数>	数据类型	整数
	数据范围	2~1000000
	数据精度	1

表 5-15 脉冲计数命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 mnum 的脉冲计数为：6

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: mnum 6
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: mnum?
- 返回值：6

(12) FUNC:SOUR:STEP<sn>: chan 设置/查询 沟道类型

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: chan<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: chan?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<数值>	数据类型	字符
	数据范围	n/p(N 沟道,P 沟道)

表 5-16 沟道类型命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 chan 的沟道类型为：N 沟道

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: chan n
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: chan?
- 返回值：n

(13) **FUNC:SOUR:STEP**<sn>: mpen 设置/查询 多脉冲使能

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: mpen<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: mpen?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-17 多脉冲使能命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 mpen 的多脉冲使能为：启用

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: mpen 1
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: mpen?
- 返回值：1

(14) **FUNC:SOUR:STEP**<sn>: laeken 设置/查询 泄漏类型

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: laeken<数值>
	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: laeken?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~3(0 为关闭, 1 为预测, 2 为后测, 3 为都测)

表 5-18 泄漏类型命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 laeken 的泄漏类型为：关闭

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: laeken 0
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: laeken?
- 返回值：0

(15) **FUNC:SOUR:STEP**<sn>: enen 设置/查询 能量开关

格式	设置格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: enen<数值>
----	------	-------------------------------

	查询格式	FUNC:SOUR:STEP <sn>: enen?
数据<sn>	数据类型	整型
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-19 能量开关命令说明

命令使用范例：把 STEP 1 中 enen 的能量开关为：禁用

- 设置命令：FUNC:SOUR:STEP 1: enen0
- 查询命令：FUNC:SOUR:STEP 1: enen?
- 返回值：0

5.3.2.3 测试设置功能命令集

(1) FUNC:PACK: packnum 设置/查询 封装数量

格式	设置格式	FUNC:PACK: packnum <数值>
	查询格式	FUNC:PACK: packnum?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	1~32
	数据精度	1

表 5-20 封装数量命令说明

命令使用范例：把 PACK 中 packnum 的封装数量设置为：1

- 设置命令：FUNC:PACK: packnum 1
- 查询命令：FUNC:PACK: packnum?
- 返回值：1

(2) FUNC:PACK: testtype 设置/查询 测试类型

格式	设置格式	FUNC:PACK: testtype<数值>
	查询格式	FUNC:PACK: testtype?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~2(0 为设备, 1 为封装, 2 为全部)

表 5-21 测试类型命令说明

命令使用范例：把 PACK 中 testtype 的封装数量设置为：设备

- 设置命令：FUNC:PACK: testtype 0
- 查询命令：FUNC:PACK: testtype?
- 返回值：0

(3) FUNC:PACK: packsele 设置/查询 选择封装

格式	设置格式	FUNC:PACK: packsele<数值>
	查询格式	FUNC:PACK: packsele?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	2~28
	数据精度	1

表 5-22 选择封装命令说明

命令使用范例：把 PACK 中 packsele 的选择封装设置为：2

- 设置命令：FUNC:PACK: packsele 2
- 查询命令：FUNC:PACK: packsele?
- 返回值：2

(4) FUNC:PACK: testdev 设置/查询 选择设备

格式	设置格式	FUNC:PACK: testdev<数值>
	查询格式	FUNC:PACK: testdev?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~3(0 为单路, 1 为双路, 2 为三路, 3 为四路)

表 5-23 选择设备命令说明

命令使用范例：把 PACK 中 testdev 的选择设备设置为：单路

- 设置命令：FUNC:PACK: testdev 0
- 查询命令：FUNC:PACK: testdev?
- 返回值：0

(5) FUNC:PACK: packtype 设置/查询 封装类型

格式	设置格式	FUNC:PACK: packtype<数值>
	查询格式	FUNC:PACK: packtype?

数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~3(0为单路, 1为双路, 2为三路, 3为四路)

表 5-24 封装类型命令说明

命令使用范例：把 PACK 中 packtype 的封装类型设置为：单路

- 设置命令：FUNC:PACK: packtype 0
- 查询命令：FUNC:PACK: packtype?
- 返回值：0

(6) FUNC:PACK: testport 设置/查询 封装类型

格式	设置格式	FUNC:PACK: testport <数值>
	查询格式	FUNC:PACK: testport?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	1/2

表 5-25 封装类型命令说明

命令使用范例：把 PACK 中 testport 的封装类型设置为：1

- 设置命令：FUNC:PACK: testport 1
- 查询命令：FUNC:PACK: testport?
- 返回值：1

5.3.2.4 测试模式功能命令集

(1) FUNC:MODE: sren 设置/查询 自动启动

格式	设置格式	FUNC:MODE: sren<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: sren?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0/1

表 5-26 自动启动命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 sren 的自动启动设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: sren 0
- 查询命令：FUNC:MODE: sren?
- 返回值：0

(2) **FUNC:MODE: sren** 设置/查询 破坏测试

格式	设置格式	FUNC:MODE: refen<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: refen?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~2

表 5-27 破坏测试命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 refen 的破坏测试设置为：电流

- 设置命令：FUNC:MODE: refen 1
- 查询命令：FUNC:MODE: refen?
- 返回值：1

(3) **FUNC:MODE: inci** 设置/查询 电流增量

格式	设置格式	FUNC:MODE: inci<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: inci?
数据<数值>	数据类型	浮点数
	数据范围	0.1~200.0
	数据精度	0.1

表 5-28 电流增量命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 inci 的电流增量设置为：12.3A

- 设置命令：FUNC:MODE: inci 12.3
- 查询命令：FUNC:MODE: inci?
- 返回值：12.3

(4) **FUNC:MODE: incl** 设置/查询 电感增量

格式	设置格式	FUNC:MODE: incl<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: incl?
数据<数值>	数据类型	浮点数
	数据范围	0.01~159.0
	数据精度	0.01

表 5-29 电感增量命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 incl 的电感增量设置为：1.30mH

- 设置命令：FUNC:MODE: incl 1.30

- 查询命令：FUNC:MODE: incl?
- 返回值：1.30

(5) **FUNC:MODE: maxi** 设置/查询 电流极限

格式	设置格式	FUNC:MODE: maxi<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: maxi?
数据<数值>	数据类型	浮点数
	数据范围	(pki+inci)~200.0
	数据精度	0.1

表 5-30 电流极限命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 maxi 的电流极限设置为：20.0A

- 设置命令：FUNC:MODE: maxi 20.0
- 查询命令：FUNC:MODE: maxi?
- 返回值：20.0

(6) **FUNC:MODE: maxl** 设置/查询 电感极限

格式	设置格式	FUNC:MODE: maxl<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: maxl?
数据<数值>	数据类型	浮点数
	数据范围	(indi+incl)~159.99
	数据精度	0.01

表 5-31 电感极限命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 maxl 的电感极限设置为：10.50mH

- 设置命令：FUNC:MODE: maxl 10.50
- 查询命令：FUNC:MODE: maxl?
- 返回值：10.50

(7) **FUNC:MODE: dicy** 设置/查询 设备周期

格式	设置格式	FUNC:MODE: dicy<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: dicy?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	1~60000

	数据精度	1
--	------	---

表 5-32 设备周期命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 dicy 的设备周期设置为：50ms

- 设置命令：FUNC:MODE: dicy 50
- 查询命令：FUNC:MODE: dicy?
- 返回值：50

(8) **FUNC:MODE: recy** 设置/查询 继电器周期

格式	设置格式	FUNC:MODE: recy<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: recy?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	50~60000
	数据精度	1

表 5-33 继电器周期命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 recy 的继电器周期设置为：60ms

- 设置命令：FUNC:MODE: recy 60
- 查询命令：FUNC:MODE: recy?
- 返回值：60

(9) **FUNC:MODE: ducy** 设置/查询 占空比

格式	设置格式	FUNC:MODE: ducy<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: ducy?
数据<数值>	数据类型	浮点数
	数据范围	0.001~99.999
	数据精度	0.001

表 5-34 占空比命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 ducy 的占空比设置为：1.000%

- 设置命令：FUNC:MODE: ducy 1
- 查询命令：FUNC:MODE: ducy?
- 返回值：1.000

(10) **FUNC:MODE: muxcy** 设置/查询 多路周期

格式	设置格式	FUNC:MODE: muxcy <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: muxcy?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	10~60000
	数据精度	1

表 5-35 多路周期命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 muxcy 的多路周期设置为：12ms

- 设置命令：FUNC:MODE: muxcy 12
- 查询命令：FUNC:MODE: muxcy?
- 返回值：12

(11) FUNC:MODE: caen 设置/查询 捕获

格式	设置格式	FUNC:MODE: caen <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: caen?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1

表 5-36 捕获命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 caen 的捕获设置为：启用

- 设置命令：FUNC:MODE: caen 1
- 查询命令：FUNC:MODE: caen?
- 返回值：1

(12) FUNC:MODE: coen 设置/查询 崩溃

格式	设置格式	FUNC:MODE: coen<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: coen?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1

表 5-37 崩溃命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 coen 的捕获设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: coen 0
- 查询命令：FUNC:MODE: coen?
- 返回值：0

(13) **FUNC:MODE: sten** 设置/查询 存储

格式	设置格式	FUNC:MODE: sten<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: sten?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~3(0 为禁用, 1 为波形, 2 为峰值, 3 为 DL)

表 5-38 存储命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 sten 的捕获设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: sten 0
- 查询命令：FUNC:MODE: sten?
- 返回值：0

(14) **FUNC:MODE: cven** 设置/查询 崩溃电压

格式	设置格式	FUNC:MODE: cven <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: cven?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为最大波形, 1 为额定电压)

表 5-39 崩溃电压命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 sten 的崩溃电压设置为：最大波形

- 设置命令：FUNC:MODE: cven 0
- 查询命令：FUNC:MODE: cven?
- 返回值：0

(15) **FUNC:MODE: copv** 设置/查询 崩溃比率

格式	设置格式	FUNC:MODE: copv <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: copv?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	5~90
	数据精度	1

表 5-40 崩溃比率命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 copv 的崩溃比率设置为：12%

- 设置命令：FUNC:MODE: copv 12

- 查询命令：FUNC:MODE: copv?
- 返回值：12

(16) FUNC:MODE: t2pv 设置/查询 T2 延时率

格式	设置格式	FUNC:MODE: t2pv<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: t2pv?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~75
	数据精度	1

表 5-41 T2 延时率命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 t2pv 的 T2 延时率设置为：1%

- 设置命令：FUNC:MODE: t2pv 1
- 查询命令：FUNC:MODE: t2pv?
- 返回值：1

(17) FUNC:MODE: hand 设置/查询 接口电源

格式	设置格式	FUNC:MODE: hand <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: hand?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-42 接口电源命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 hand 的接口电源设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: hand 0
- 查询命令：FUNC:MODE: hand?
- 返回值：0

(18) FUNC:MODE: gateen 设置/查询 栅极检查

格式	设置格式	FUNC:MODE: gateen <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: gateen?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-43 栅极检查命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 gateen 的栅极检查设置为：启用

- 设置命令：FUNC:MODE: gateen 1
- 查询命令：FUNC:MODE: gateen?
- 返回值：1

(19) **FUNC:MODE: pol** 设置/查询 接口电平

格式	设置格式	FUNC:MODE: pol<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: pol?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为高电平, 1 为低电平)

表 5-44 接口电源命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 pol 的接口电平设置为：高电平

- 设置命令：FUNC:MODE: pol 0
- 查询命令：FUNC:MODE: pol?
- 返回值：0

(20) **FUNC:MODE: osen** 设置/查询 开短路

格式	设置格式	FUNC:MODE: osen<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: osen?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-45 开短路命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 osen 的开短路设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: osen 0
- 查询命令：FUNC:MODE: osen?
- 返回值：0

(21) **FUNC:MODE: calc** 设置/查询 计算类型

格式	设置格式	FUNC:MODE: calc<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: calc?
数据<数值>	数据类型	整数

	数据范围	0~1(0 为原值, 1 为矫正, 2 为理想)
--	------	--------------------------

表 5-46 计算类型命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 calc 的计算类型设置为：原值

- 设置命令：FUNC:MODE: calc 0
- 查询命令：FUNC:MODE: calc?
- 返回值：0

(22) FUNC:MODE: tcacl 设置/查询 T1/T2 计算

格式	设置格式	FUNC:MODE: tcacl <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: tcacl?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-47 T1/T2 计算命令说明

注意：此处设为禁用后在元件设置界面中的充电和放电时间不可修改，由仪器自动计算

命令使用范例：把 MODE 中 tcacl 的 T1/T2 计算设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: tcacl 0
- 查询命令：FUNC:MODE: tcacl?
- 返回值：0

(23) FUNC:MODE: fail 设置/查询 首次失败

格式	设置格式	FUNC:MODE: fail <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: fail?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为停止, 1 为继续)

表 5-48 首次失败命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 fail 的首次失败设置为：继续

- 设置命令：FUNC:MODE: fail 0
- 查询命令：FUNC:MODE: fail?
- 返回值：0

(24) **FUNC:MODE: aval** 设置/查询 雪崩

格式	设置格式	FUNC:MODE: aval<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: aval?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为 T2 时间, 1 为 VDS 跌落)

表 5-49 雪崩命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 aval 的雪崩设置为：T2 时间

- 设置命令：FUNC:MODE: aval 0
- 查询命令：FUNC:MODE: aval?
- 返回值：0

(25) **FUNC:MODE: ttype** 设置/查询 T1/T2 类型

格式	设置格式	FUNC:MODE: ttype<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: ttype?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为信号波形, 1 为硬件比较)

表 5-50 T1/T2 类型命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 ttype 的 T1/T2 类型设置为：硬件比较

- 设置命令：FUNC:MODE: ttype 1
- 查询命令：FUNC:MODE: ttype?
- 返回值：1

(26) **FUNC:MODE: t1min** 设置/查询 T1 最小时间

格式	设置格式	FUNC:MODE: t1min <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: t1min?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	1~100
	数据精度	1

表 5-51 T1 最小时间命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 t1min 的 T1 最小时间类型设置为：5%

- 设置命令：FUNC:MODE: t1min 5

- 查询命令：FUNC:MODE: t1min?
- 返回值：5

(27) FUNC:MODE: t2min 设置/查询 T2 最小时间

格式	设置格式	FUNC:MODE: t2min<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: t2min?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	1~100
	数据精度	1

表 5-52 T2 最小时间命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 t2min 的 T2 最小时间类型设置为：1%

- 设置命令：FUNC:MODE: t2min1
- 查询命令：FUNC:MODE: t2min?
- 返回值：1

(28) FUNC:MODE: trig 设置/查询 触发模式

格式	设置格式	FUNC:MODE: trig <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: trig?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~3(0 为 T1, 1 为 T2, 2 为启停, 3 为 S/E)

表 5-53 触发模式命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 trig 的触发模式设置为：T1

- 设置命令：FUNC:MODE: trig 0
- 查询命令：FUNC:MODE: trig?
- 返回值：0

(29) FUNC:MODE: vdsmin 设置/查询 VDS 最小比值

格式	设置格式	FUNC:MODE: vdsmin <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: vdsmin?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	10~100

	数据精度	1
--	------	---

表 5-54 VDS 最小比值命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 vdsmin 的 VDS 最小比值设置为：10%

- 设置命令：FUNC:MODE: vdsmin 10
- 查询命令：FUNC:MODE: vdsmin?
- 返回值：10

(30) FUNC:MODE: vdsmax 设置/查询 VDS 最大比值

格式	设置格式	FUNC:MODE: vdsmax<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: vdsmax?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	100~1000
	数据精度	1

表 5-55 VDS 最大比值命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 vdsmax 的 VDS 最大比值设置为：200%

- 设置命令：FUNC:MODE: vdsmax200
- 查询命令：FUNC:MODE: vdsmax?
- 返回值：200

(31) FUNC:MODE: vdsprov 设置/查询 最小/大比值

格式	设置格式	FUNC:MODE: vdsprov <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: vdsprov?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~2(0 为禁用, 1 为单点, 2 为全点)

表 5-56 最小/最大比值命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 vdsprov 的最小/大比值设置为：单点

- 设置命令：FUNC:MODE: vdsprov 1
- 查询命令：FUNC:MODE: vdsprov?
- 返回值：1

(32) FUNC:MODE: t1mode 设置/查询 T1 类型

格式	设置格式	FUNC:MODE: t1mode <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: t1mode?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~2(0 为原值, 1 为严格, 2 为扩展)

表 5-57 T1 类型命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 t1mode 的 T1 类型设置为：原值

- 设置命令：FUNC:MODE: t1mode 0
- 查询命令：FUNC:MODE: t1mode?
- 返回值：0

(33) FUNC:MODE: crowset 设置/查询 钳位设置

格式	设置格式	FUNC:MODE: crowset<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: crowset?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-58 钳位设置命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 crowset 的钳位设置设置为：启用

- 设置命令：FUNC:MODE: crowset 0
- 查询命令：FUNC:MODE: crowset?
- 返回值：0

(34) FUNC:MODE: crowmode 设置/查询 钳位模式

格式	设置格式	FUNC:MODE: crowmode<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: crowmode?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为关闭 1 为打开)

表 5-59 钳位模式命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 crowmode 的钳位模式设置为：打开

- 设置命令：FUNC:MODE: crowmode 0
- 查询命令：FUNC:MODE: crowmode?
- 返回值：1

(35) **FUNC:MODE: threv** 设置/查询 阈值电压

格式	设置格式	FUNC:MODE: threv<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: threv?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	10~500
	数据精度	1

表 5-60 阈值电压命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 threv 的阈值电压设置为：50V

- 设置命令：FUNC:MODE: threv 50
- 查询命令：FUNC:MODE: threv?
- 返回值：50

(36) **FUNC:MODE: overv** 设置/查询 雪崩电压

格式	设置格式	FUNC:MODE: overv<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: overv?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	5~4000
	数据精度	1

表 5-61 雪崩电压命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 overv 的雪崩电压设置为：1500V

- 设置命令：FUNC:MODE: overv 1500
- 查询命令：FUNC:MODE: overv?
- 返回值：1500

(37) **FUNC:MODE: fyield** 设置/查询 不合格比率

格式	设置格式	FUNC:MODE: fyield <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: fyield?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-62 不合格比率命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 fyield 的不合格比率设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: fyield 0
- 查询命令：FUNC:MODE: fyield?
- 返回值：0

(38) FUNC:MODE: monsize 设置/查询 监控数量

格式	设置格式	FUNC:MODE: monsize <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: monsize?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	10~100
	数据精度	1

表 5-63 监控数量命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 monsize 的监控数量设置为：10

- 设置命令：FUNC:MODE: monsize 10
- 查询命令：FUNC:MODE: monsize?
- 返回值：10

(39) FUNC:MODE: passprov 设置/查询 合格比限制

格式	设置格式	FUNC:MODE: passprov <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: passprov?
数据<数值>	数据类型	浮点数
	数据范围	60.0~99.0
	数据精度	0.1

表 5-64 合格比限制命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 passprov 的合格比限制设置为：60.0%

- 设置命令：FUNC:MODE: passprov 60
- 查询命令：FUNC:MODE: passprov?
- 返回值：60.0

(40) FUNC:MODE: stopsail 设置/查询 不合格停止

格式	设置格式	FUNC:MODE: stopsail<数值>
----	------	-------------------------

	查询格式	FUNC:MODE: stopsail?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为禁用, 1 为启用)

表 5-65 不合格停止命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 stopsail 的不合格停止设置为：禁用

- 设置命令：FUNC:MODE: stopsail 0
- 查询命令：FUNC:MODE: stopsail?
- 返回值：0

(41) FUNC:MODE: failsize 设置/查询 不合格比限制

格式	设置格式	FUNC:MODE: failsize<数值>
	查询格式	FUNC:MODE: failsize?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	5~10
	数据精度	1

表 5-66 不合格比限制命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 failsize 的合格比限制设置为：5

- 设置命令：FUNC:MODE: failsize 5
- 查询命令：FUNC:MODE: failsize?
- 返回值：5

(42) FUNC:MODE: hssen 设置/查询 HSS 同步

格式	设置格式	FUNC:MODE: hssen <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: hssen?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	0~1(0 为关闭, 1 为打开)

表 5-67 HSS 同步命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 hssen 的 HSS 同步设置为：关闭

- 设置命令：FUNC:MODE: hssen 0
- 查询命令：FUNC:MODE: hssen?
- 返回值：0

(43) **FUNC:MODE: hdelay** 设置/查询 HSS 等待

格式	设置格式	FUNC:MODE: hdelay <数值>
	查询格式	FUNC:MODE: hdelay?
数据<数值>	数据类型	整数
	数据范围	2~10000
	数据精度	1

表 5-68 HSS 等待命令说明

命令使用范例：把 MODE 中 hdelay 的 HSS 等待设置为：2us

- 设置命令：FUNC:MODE: hdelay 2
- 查询命令：FUNC:MODE: hdelay?
- 返回值：2

5.3.3 MMEM 子系统命令集

(1) **MMEM:STOR** 将当前文件保存到元件设置外部参数号。

格式	设置格式	MMEM:STOR:STAT <文件号>[,<文件名>]
数据<文件号>	数据类型	整数字符串
	数据范围	1~10
	数据精度	1
数据<文件名>：不可忽略	数据类型	字符串
	数据范围	1~15

表 5-69 MMEM: STOR 命令说明

(2) **MMEM:LOAD** 将文件号指定的文件导出到当前。

格式	设置格式	MMEM:LOAD:STAT <文件号>
数据<文件号>	数据类型	整数字符串
	数据范围	1~20
	数据精度	1

表 5-70 MMEM: LOAD 命令说明

5.3.4 其它控制命令集

(1) ***IDN** 查询仪器型号，版本信息

查询返回以下值：

- <manufacturer>:给出制造商名称（即 Tonghui）

- <model>:给出机器型号（如 TH530_25200B）
- <firmware>:给出软件版本号（如 Version1.0.0）
- <NL^END>

例如： WrtCmd(“*IDN?”);

(2) **FETCh** 用于获取仪的测量结果。

仪器测试结果查询：

- 查询命令： FETCh? 返回仪器当前测量的结果。
- 命令语法： FETCh?

仪器收到此命令后，仪器会按文件格式发出所有的测试结果。返回数据格式：

返回数据格式	
State 状态	state:2
测试结果;	result:Pass;
测试 T1 时间(us);	meas_t1:0.0us;
测试 T2 时间(us);	meas_t2:0.0us;
实际电流(A);	actual_c:0.1A;
实际能量(mJ);	actual_e:1.0mJ;
崩溃最大电压(V);	vds_maxv:0V;
崩溃最小电压(V);	vds_minv:0V;
崩溃电压比率(%);	meas_prov:0.0%;
测试时间(us)	meas_t:0.0us(0x0A)

表 5-71 返回数据

注意： 测试结果、测试数据之间分隔符为(;)。

注意： 数据结束符默认为（ 0x0A）。

测试仪有多种 **Fail** 类型，如下表：

Fail 类型	
Sourc_Kelvin Fail	源极接触检查失败
Drain_Kelvin Fail	漏极接触检查失败
Gate_Kelvin Fail	栅极接触检查失败
Pre_Leak Fail	前泄露测试失败
Osc_Flag Fail	通断测试失败
Peak I Fail	峰值电流未触发
Post_Leak Fail	后泄露测试失败

Avalanche Fail	雪崩失败
Collapse Fail	电压崩溃

表 5-72 Fail 类型

获取单独数据:

命令	说明
FETC:result	返回数据 pass
FETC:meas_t1	返回数据 0.0us
FETC:meas_t2	返回数据 0.0us
FETC:actual_c	返回数据 0.1A
FETC:actual_e	返回数据 1.0mJ
FETC:vds_maxv	返回数据 0V
FETC:vds_minv	返回数据 0V
FETC:meas_prov	返回数据 0.0%
FETC:meas_t	返回数据 0.0us

表 5-73 FETCh 获取单独数据

(3) `SYSY: update` 用于仪器升级: 先插入存有升级程序.sec 文件的 U 盘

第 6 章 分选接口

6.1 基本信息

本仪器向用户提供了功能强大的 **HANDLER** 接口，该接口主要用于仪器分选结果的输出，仪器有 **15Bins** 和 **4Bins** 两种接口供用户选择。

仪器使用 **5 至 20V** 的隔离电源。该电源决定接口信号的电压水平。测试仪中包含一个隔离的 **+5V** 电源，最大负载限制为 **3W**。在“测试模式 2”界面启用“接口电源”，可关闭内部隔离 **Handler** 电源，使用外部 **Handler** 电源代替。

当仪器使用于自动元件分选测试系统中时，该接口提供与系统的联络信号和分选结果输出信号。联络信号包括 **Trigger**（测试启动）和 **Test End**（全部测量结束）两种信号。分选结果可输出测试合格（**PASS**）与测试失败（**FAIL**）两种，其中的测试失败时视用户选择输出不同测试项报（**4Bins** 仅能输出三种测试失败结果）。使用这些信号，仪器可以方便的和系统控制器组成自动测试系统，进行元器件的测试、分选和质量控制，从而提高生产效率。

表 6-1 显示了 **HANDLER** 接口有关技术参数。

输出信号:	内置下拉电阻的发射极输出，高电平有效，光电隔离	
输出判别:	合格:	Bin #4
	失败:	Bin #1~#3、Bin 6~15
Test End:	全部测量完成。	
输入信号:	光电隔离	
Trigger	外部触发	

表 6-1 HANDLER 接口技术参数

6.2 信号线定义

Handler 接口使用三种信号：输出测试结果、开始信号输入及结束信号输出。输出测试结果在不同的 **Bin** 输出不同的信号。

6.2.1 测试结果信号

以下两表列出了 **Control 15 Bins** 和 **Control 4 Bins** 处理器的分选信号：

Control 15 Bins	分选信号
1	BIN 5 端口 1 测试前泄漏检查报错
2	+V 电源（来自 Handler）
3	测试结束
4	Bin #1 端口 1 接触检查报错
5	Bin #2 端口 1 峰值电流检测报错
6	Bin #3 端口 1 雪崩失败
7	Bin #4 测试通过
8	测试开始
9	公共端
10	Bin 6 端口 1 测试后泄漏检查报错

11	Bin 7 端口 2 雪崩失败
12	Bin 8 端口 2 峰值电流检测报错
13	Bin 9 端口 2 测试后泄漏检查报错
14	Bin 10 端口 2 测试前泄漏检查报错
15	Bin 11 端口 2 接触检查报错
16	Bin 12 端口 1 被测件导通失败
17	Bin 13 端口 2 被测件导通失败
18	Bin 14 端口 1 破坏测试失败
19	Bin 15 端口 2 破坏测试失败

表 6-2 15Bins 接口引脚定义一览表

Control 4 Bins	分选信号
1	无连接
2	+V 电源 (来自 Handler)
3	测试结束
4	Bin #4 测试通过
5	Bin #1 接触检查报错
6	Bin #2 峰值电流检测报错
7	Bin #3 雪崩失败
8	测试开始
9	公共端

表 6-3 4Bins 接口引脚定义一览表

下图是 15Bins 和 4Bins 的接口示意图，用户可通选用任一接口连接使用，若用户购入测试仪为双通道版本（TH530-25100B、TH530-25200B），更推荐使用 15Bins 接口。

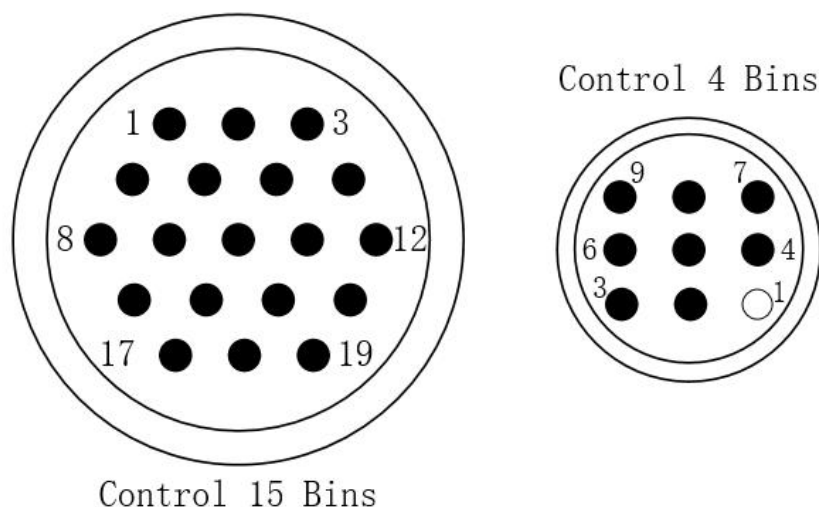


图 6-1 15Bins 与 4Bins 接口引脚示意图

图 6-2 是 Handler 接口的工作时序简图。在 Handler 板上存在三个跳线位，通过选择不同的跳线位可选择不同的数据模式：仅使用 4Bins、仅使用 15Bins 和 15Bins 与 4Bins 复用（图 6-4），对于双通道版本测试仪，默认数据模式为“15Bins 与 4Bins 复用”。跳线位置请参阅 6.5 节。

在“测试模式 2”界面，可选择 Handler 输出信号模式，当“分选类型”为“电平”，输出信号示意如图 6-2，信号类型为有效电平持续输出（图为高电平），有效输出电平选择由“接口极性”切换。当“分选类型”为“脉冲”，输出信号示意如图 6-3，信号类型为 50ms 输出。

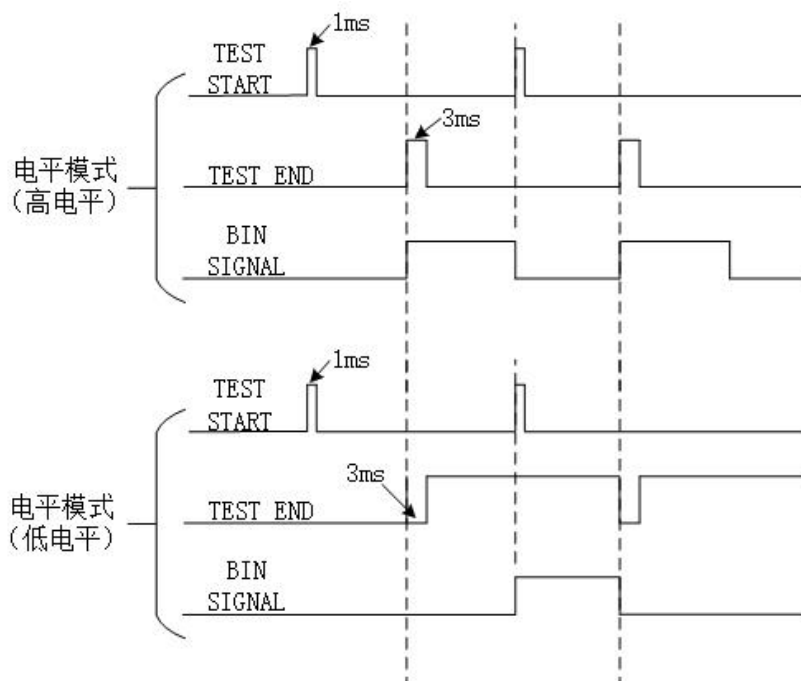


图 6-2 电平模式信号输出时序图

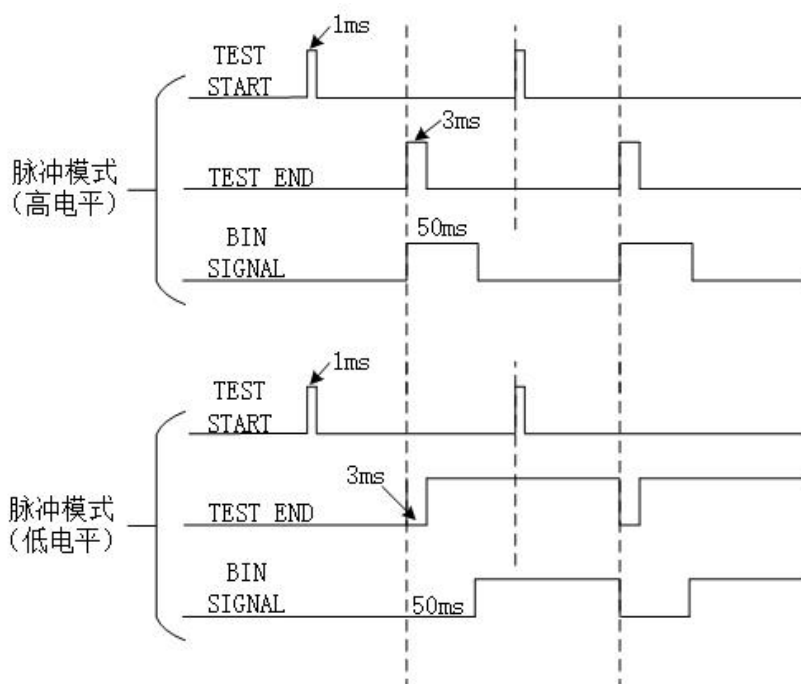


图 6-3 脉冲模式信号输出时序图

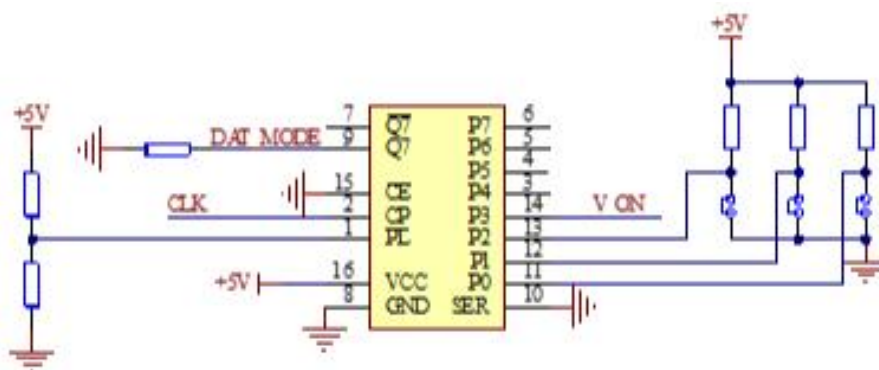


图 6-4 数据模式选择原理图

6.3 直流隔离输出

每个直流输出信号（Bins）都是光电耦合器隔离的下拉电阻的发射极输出。集电极电压通过内部电源（+5V）提供。

直流隔离输出的电气特征参见下表：

输出信号	输出额定电压		电路参考地
	低电平	高电平	
Bin#1-Bin#4 Bin6-Bin15	≤0.5V	+5V	内部电源电压：+5V 仪器参考地（COM）
Test End	≤0.5V	+5V	内部电源电压：+5V 仪器参考地（COM）

表 6-4 直流隔离输出电气特征

更详细了解这些信号的电气特性请参阅图 6-3。

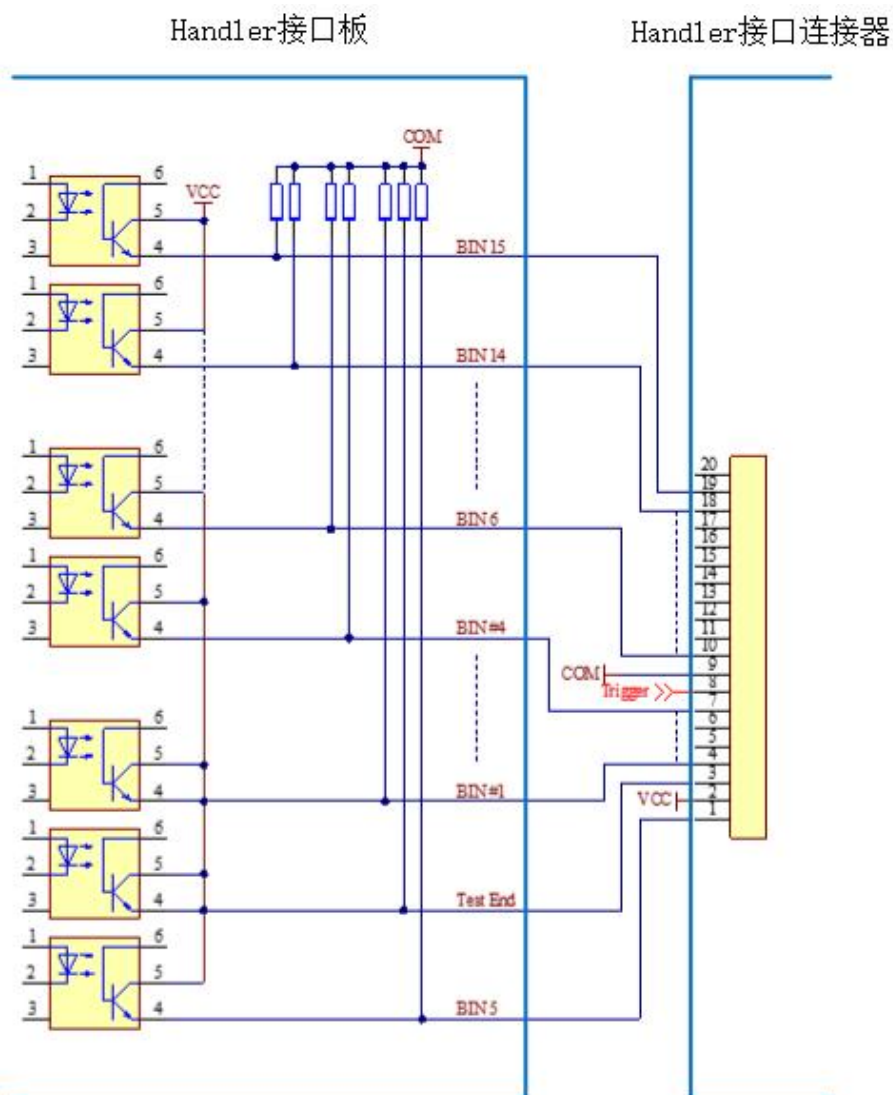


图 6-5 Handler 接口直流隔离输出信号简图

6.4 输入返回值

Trigger 信号 (15Bins 的 8 脚、4Bins 的 7 脚) 连接到光耦的阳极, 阴极以 Handler 板的公共端为基准。因此, 电流必须在 1mA 至 5mA 范围内, 通过一个合适的电阻器来实现 (以当前 Handler 电源设置 5V 为例, 建议使用 1k Ω 电阻)。Trigger 信号必须是持续时间至少为 1ms 的正脉冲, 以确保测试仪正常工作。仪器面板按键触发或 GPIB 触发 Trigger 信号后该信号置高电平。集电极上拉电压由内部 5V 直流电压提供。输出信号送至 CPU 进行处理。

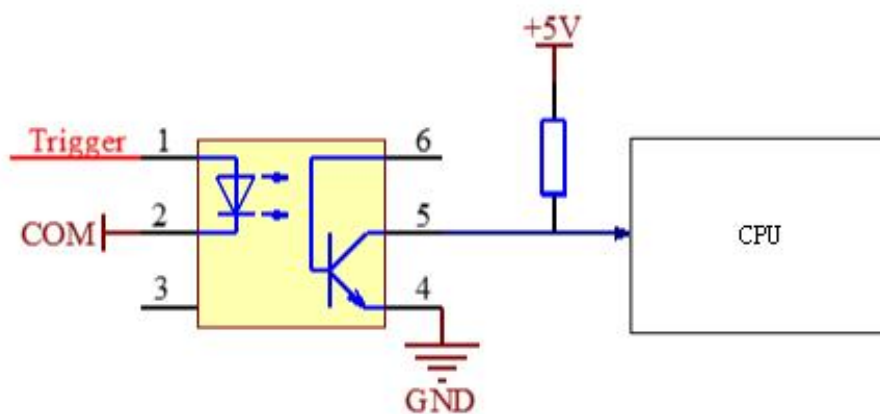


图 6-6 直流输入隔离信号返回值简图

6.5 HANDLER 接口板跳线设置

HANDLER 接口板上的跳线用来选择分选输出信号接口为 15Bins 或 4Bins, 它们在接口板上的位置如图 6-7 所示。

⚠警告:

打开机箱更改跳线设置前, 确保已关机并拔去电源插头, 待数分钟内部电容放电后再进行操作!

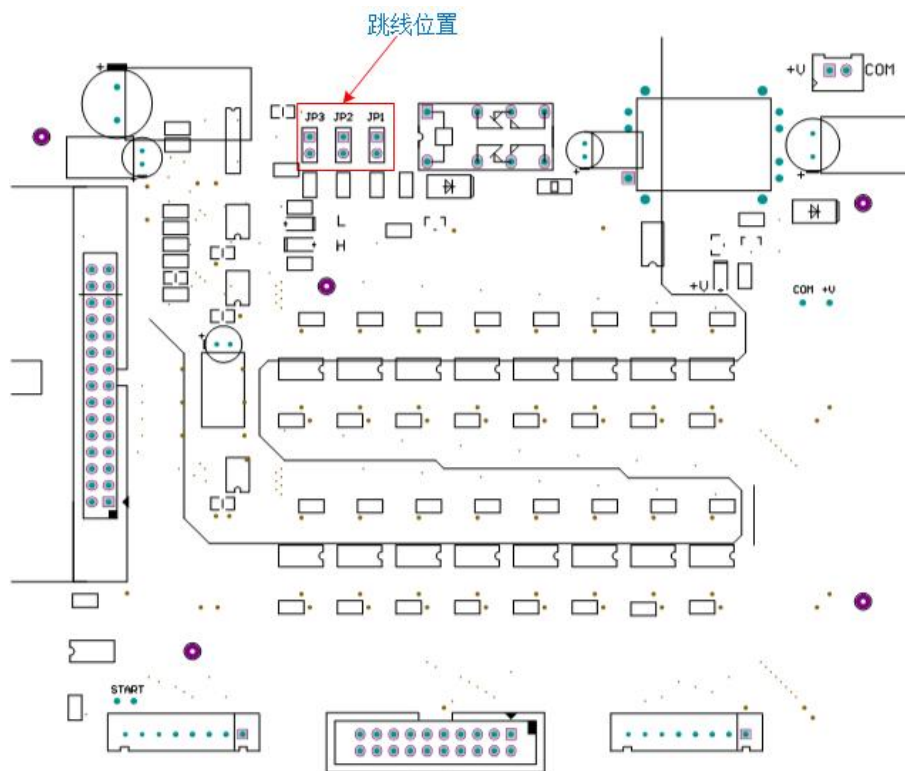


图 6-7 跳线位置示意图

6.6 HANDLER 接口操作

设置好 HANDLER 接口板后，就可以使用 HANDLER 接口了。下面的操作过程即为使用 HANDLER 接口的简要步骤。

1. 接口连接，确定连接无误。
2. 在“测试模式 2”中，确定是否启用“接口电源”。
3. 确定“分选类型”。
4. 确定“接口极性”。
5. 等待信号传输。

第7章 技术指标

7.1 测量规格

参数/限制	TH530 规格
输出能量限制	1mJ-0.00495*VDD ² mJ
负载电感范围	参考 TH530-01 电感负载箱规格
电流传感器类型	霍尔传感器
峰值电流范围	0.1-200A, 步进为 0.1A
漏极电压范围	± (10-150) V (N 或 P 沟道), 步进 1V
额定电压范围	10-2500V, 步进为 1V
栅极导通电压范围	± (2-28) V (N 或 P 沟道), 步进为 0.1V
栅极关断电压范围	0 至 (28V-栅极导通电压), 步进为 0.1V
泄漏测试, 雪崩前和雪崩后	2 至 (设定漏极电压-2) V
栅极驱动电阻	25 Ω 栅极电压精度: (-28V±0.5V) 至 (28V±0.5V) 栅极脉冲时间小于 1ms
参数输入	前面板的触摸显示或主机的 GPIB, 启动时如果参数超出范围, 则无法启动测试
波形捕捉和分析	波形数据可在液晶屏幕上显示
设备类型	N、P 或组合 MOSFET、IGBT、二极管

表 7-1 测试仪测试规格

7.2 触发方式

内部、手动、外部

内部:触发信号由仪器内部自动生成, 因而测量可以连续不断的进行。(多脉冲测试模式和破坏测试模式)

手动:按下前面板 Trigger 键形成一次触发。

外部:仪器通过外部接口 (RS232C 串行接口或 LAN,GPIB 并行接口) 接收到控制命令后远程控制开始测量。

7.3 T1/T2 时间

设定值输入范围 1-100000us, 步进为 1us。

7.4 测试端

双同轴线缆连接。具备接触检查功能。

7.5 测量速度

单次测量时间受“电感值”、“电流值”、“能量”（“能量开关”启用）、“充电时间”和“放电时间”（“T1/T2 计算启用”开启）等条件影响，以 **us** 为单位。

波形刷新速度因显示方式有所不同：

- (1) 单机液晶显示：100ms，全部测量完成后显示，最大存储四次数据。
- (2) LAN 口传输上位机屏幕显示：1ms，测量波形实时显示。

7.6 基本精度

1%

7.7 测试信号电平监视

模式	范围	准确度
电源电压	±(10-150)V(N或P沟道), 步进 1V	±(1%×设定值+1V)
DUT V	10-2500V, 步进为 1V	±(1%×设定值+1V)
DUT I	0.1-200A, 步进为 0.1A	±(1%×设定值+0.1A)
GATE V	±(2-28)V(N或P沟道), 步进为 0.1V	±(1%×设定值+0.1V)
T1/T2 时间	1-100000us, 步进为 1us	±(1%×设定值+2us)

表 7-2 主要测量信号准确度

另外，对于被测件的电压和电流监测，有如下采样比例系数（以量程分）。

监测信号	量程档位	TH530-25100B	TH530-25200B
V _{DS}	5-80V	12.9	
	80.1-400V	51.4	
	400.1-800V	102.7	
	800.1-2500V	202.3	
I _P	0-10A	1.24	1.24
	10.1-40A	4.55	4.55
	40.1-MAX	11.15	22.3

表 7-3 采样电路比例系数

7.8 功能

7.8.1 信号监测

测试仪前面板配备一接口面板，将面板取下，如图 2-1 第 9 项，用户可使用 VDC（源电压）、DUT V（被测件 DS 端电压）、DUT I（被测件 DS 端电流）、GATE V（栅极电压）、TRIG OUT（测试触发输出）等接口与示波器连接，监测以上所述信号。

7.8.2 测试规格存储

可存储 10 个内部定义的测试规格和 10 个外部定义的测试规格。

7.8.3 USB 软件更新

操作软件可下载到闪存中，插入存有升级程序.sec 文件的 U 盘，通过 LCD（主菜单“系统设置”）或控制命令（SYSY: update）都可实现软件升级。

7.8.4 其他功能

7.8.4.1 设置存储

仪器开机时设置保持上次关机前最后一次设置值。

7.8.4.2 关联锁定

部分项目输入需要其他项目启用/禁用。

如“能量”输入需启用“能量开关”，而“电感量”输入需启用“能量开关”。

7.8.5 接口功能

7.8.5.1 通用并行接口

也称 GPIB 接口，等同 IEC625 接口（与 IEEE488 口的连接器不一样）。

通讯命令采用 SCPI 格式，总线上全部命令和数据一律采用 ASCII 码传送。

7.8.5.2 RS232C 串行通讯接口

传输波特率：可选 9600bps。

信号逻辑电平：+5V。

最大传输距离：15m。

通讯命令采用 SCPI 格式，总线上全部命令和数据一律采用 ASCII 码传送。

7.8.5.3 LAN 接口

设备与主机通讯，通讯命令采用 SCPI 格式，总线上全部命令和数据一律采用 ASCII 码传送。

7.8.5.4 HANDLER 接口

可接受触发信号，输出分选结果信号。

可输出测试结束信号（TEST END）。

输出有效电平可选，光电隔离输出。

内置下拉电阻，默认使用内部电源。

第 8 章 保修

保修期：使用单位从本公司购买仪器者，自公司发运日期计算，自经营部门购买者，自经营部门发运日期计算，保修期二年。保修应出具该仪器保修卡。保修期内，由于使用者操作不当而损坏仪器者，维修费用由用户承担。仪器由本公司负责终生维修。

本仪器维修需专业技术人员进行维修；维修时请不要擅自更换仪器内部各器件；对仪器维修后，需重新计量校准，以免影响测试精度。由于用户盲目维修，更换仪器部件造成仪器损坏不属保修范围，用户应承担维修费用。

仪器应防晒、防湿，应在适宜的环境中正确使用仪器。

长期不使用仪器，应将仪器用出厂时包装箱包装封存。

第9章 附录

9.1 错误消息

9.2 开机默认值

9.3 手册更改说明

版本历史:

本说明书将不断完善以利于使用。

由于说明书中可能存在的错误或遗漏，仪器功能的改进和完善，技术的更新及软件的升级，说明书将做相应的调整和修订。

请关注您使用的软件版本及说明书版本。

2025 年 7 月.....第一版

⚠️声明：本公司可能对该产品的性能、功能、软件、结构、外观、附件、包装以及说明书等进行完善和提高，恕不另行通知！如造成疑惑，请与本公司联系。



同惠网址

常州同惠电子股份有限公司  **400-624-1118**

地址：江苏省常州市新北区天山路3号(213022)

电话：0519-85132222 传真：0519-85109972

[Http://www.tonghui.com.cn](http://www.tonghui.com.cn) Email: sales@tonghui.com.cn