



技术咨询和询价 : 010-68940148

## 局部放电测试器

## PARTIAL DISCHARGE TESTER

## 康高特 - MODEL 19501

Chroma 19501局部放电测试器可提供交流耐电压测试 (Hipot Test) 测量待测物上的漏电 (Leakage Current) 与电气闪络 (Flashover)，以及提供局部放电 (Partial Discharge, PD) 测量待测物上局部放电的电荷量 (pC) 对高压元件与高耐压的绝缘材料进行交流耐电压与局部放电测试，可确保产品的绝缘品质与提升产品的可靠度。

19501的设计符合法规IEC60270对局部放电测量的要求。局部放电量的测量结果以直观的电荷数 (pC) 将测试结果显示在主机屏幕上。同时也参考了法规IEC60747与VDE0884的要求，将测试方法设计于仪器内，让用户可以更便利的进行操作与设定。

当绝缘体内存在气泡 (Void) 或绝缘体间存在气隙 (Air gap) 时，在正常工作电压下，气泡或气隙有较高的电场强度可能导致局部放电 (PD) 发生。当电源系统的应用元件 (譬如: 光耦合器、数位隔离器、IGBT、变压器、马达等) 长时间发生持续性的局部放电，绝缘材料因长时间的劣化导致绝缘失效，进而造成人身安全的问题。因此，法规建议或要求对元件执行局部放电的检测。

例如：IEC60747-5-5要求光耦合器于生产过程中 (Routine test) 必须100%执行局部放电 (PD) 的检测，在最大绝缘电压的条件下不可以发生超过5pC的局部放电，确保产品在正常的工作电压下不会发生局部放电 (PD)。

## MODEL 19501

### 特点

- 交流高压输出&PD测量与主机分离式设计
- 内建法规测试要求的测试方法
- 三段电压测试方法
- PD测量结果数值显示 (pC)
- PD不良发生次数判定设定 (1-10)
- USB画面撷取功能
- 图形化辅助编辑功能
- 标准LAN、USB、RS232远端控制接口
- 繁中/简中/英文操作介面

### A195005重点规格

- 可程式测试电压  
0.1kVAC-5.0kVAC
- 漏电流表  
0.1μA-3000μA
- 局部放电 (PD) 侦测范围  
1pC-6000pC
- 最大可测试电容值  
3nF (typ.)
- 测试应用  
IGBT (模组)、SiC-MOSFET (模组)、大型变压器、马达等

### A195004重点规格

- 可程式测试电压  
0.1kVAC-10.0kVAC (50/60Hz)  
0.1kVAC-5.0kVAC (600Hz)
- 漏电流表  
0.1μA-10mA max.
- 局部放电 (PD) 侦测范围  
1pC-2000pC
- 最大可测试电容值  
100pF (typ.)
- 电气闪络 (Flashover) 侦测  
0.1mA-20.0mA
- 内建5pC & 10pC PD校正器
- 高压接触检查功能 (HVCC)
- 测试应用  
光耦合器、数位隔离器、控制隔离IC、隔离型D/D电源、小型变压器等



### 局部放电 Partial Discharge

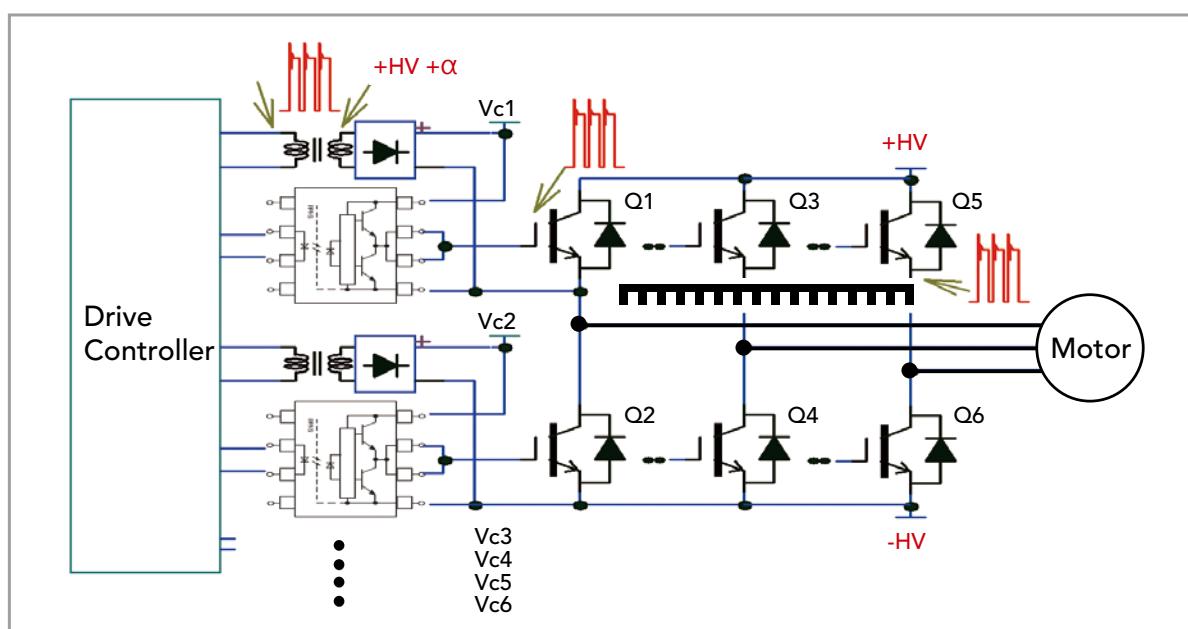
当绝缘体内存在气泡 (Void) 或绝缘体间存在气隙 (Air gap) 时，在正常工作电压下气泡或气隙容易发生局部放电，导致绝缘劣化造成绝缘品质异常，为何局部放电容易发生在树酯内的气泡或漆包线间的气隙？因为空气的介电系数较低，气泡或气隙的电容量比原绝缘材料低，所以会分到相对高比例的电压，且在相同间隙距离条件下，气泡或气隙的崩溃电压比绝缘材料的低。此类放电发生于气泡或气隙等局部瑕疵，但与其串列之绝缘材仍维持正常的放电现象称之为局部放电。

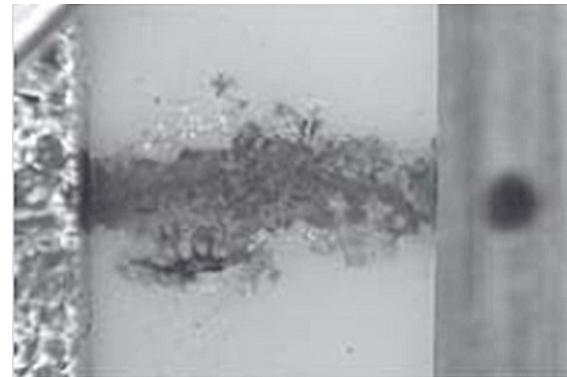
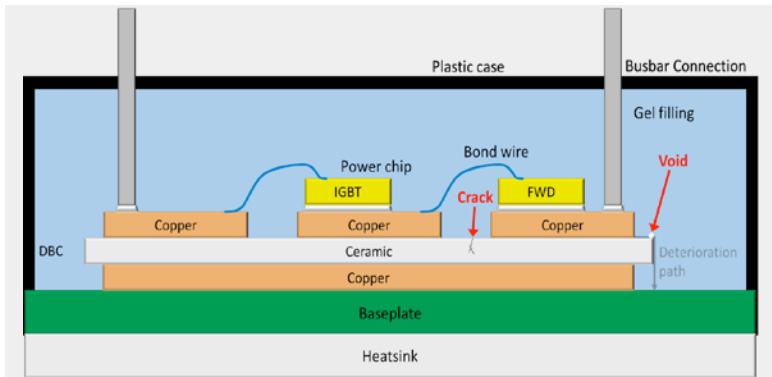
当对待测物施加足够的测试电压时，利用局部放电侦测功能测量放电的电荷量 (pC)，确认待测物的绝缘材料是否有绝缘品质异常的潜在风险。故施加一个略高于元件最高的额定工作电压对元件做局部放电测试，确保元件长时间在正常工作电压下的可靠性 (无持续性的局部放电)。



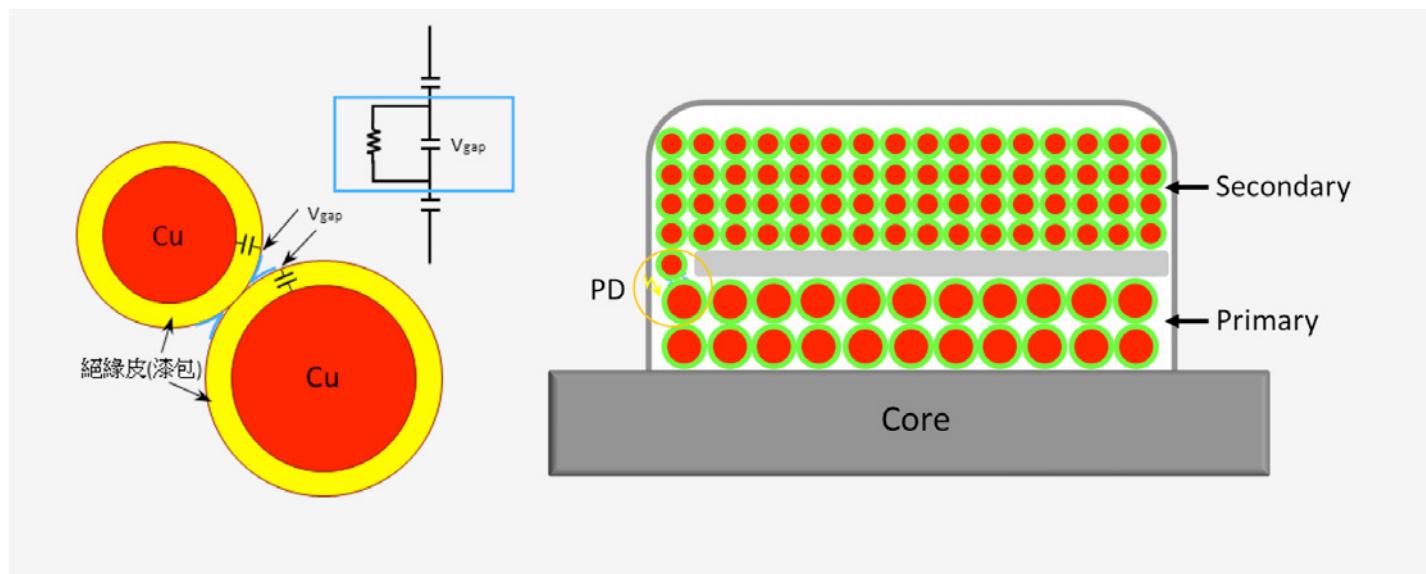
### 应用说明

功率元件中的IGBT & SiC-MOSFET等被应用于各种领域 (譬如：电子产品、工业设备、航空航天、铁路设备、新能源、智能电网、新能源汽车等)，且经常被使用于高功率/大电流的电源转换/控制线路，工作电压通常都是数千伏特，由于会被切换ON/OFF状态的关系，模组中的闸极 (Gate) 与集极 (Collector) 或汲极 (Drain) 之间以及模组与散热板之间会出现PWM的高电压差。当高电压跨越在含有气泡、气隙或裂缝的绝缘材料时，就有较大的可能性会发生局部放电，经过长时间的工作后会慢慢使绝缘材料逐渐劣化，进而造成绝缘材料的绝缘失效导致产品损坏。



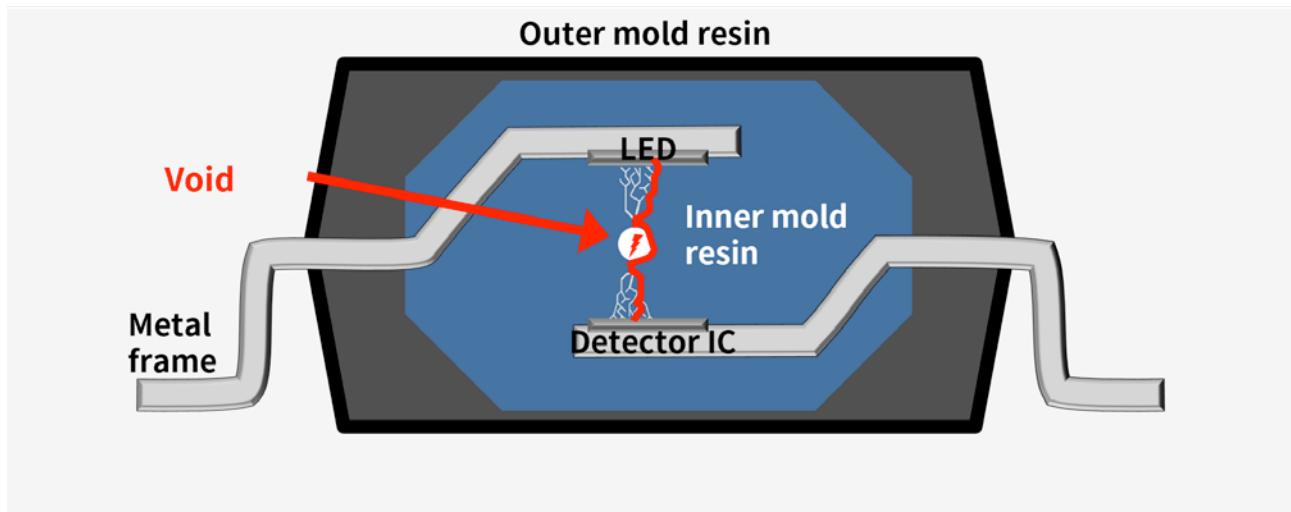


另外，每个模组的闸极 (Gate) 与射极 (Emitter) 或源极 (Source) 之间工作偏压可能是由各别的变压器所提供，而变压器的一二次侧之间也会存在高频的高电压差。当变压器一二次侧的绝缘能力不足，持续性异常放电的突波也可能会使数位控制动作异常及导致电晶体故障。虽然变压器使用的线材本身可能具有足够的耐压能力 (譬如: 耐压3000V的线材)，但是当一二次侧的线圈相邻很近或是靠在一起时，看似线材之间好像可以承受相当高耐压 (譬如: 6000V)，但实际上可能于一般电压 (譬如: 1000V) 工作一段时间后就发生故障了。这是因为一般线材绝缘皮的介电系数都远大于空气，所以使空气间隙的跨电压/分压比例相对高，当线材之间空气间隙的跨电压达到 $>350V$  (在1atm下空气最短距所需的放电起始电压) 时，线材之间的局部表面就会开始发生局部放电，由于线材的绝缘皮不会立刻劣化/损坏，所以持续使用一段时间后，线材的绝缘皮才会逐步被碳化，最终导致变压器的一二次侧短路 (如图四)。



图四 变压器一二次侧线圈的线材间的间隙发生局部放电

光耦合器与数位隔离器被应用于各种需要隔离的环境，当隔离的高电压跨越在含有气泡或裂缝的绝缘材料时，就可能会有足够高的分压在气泡或裂缝上导致发生局部放电。经过长时间的劣化后，因绝缘材料的绝缘失效而导致电压的隔离失效(如图五)。

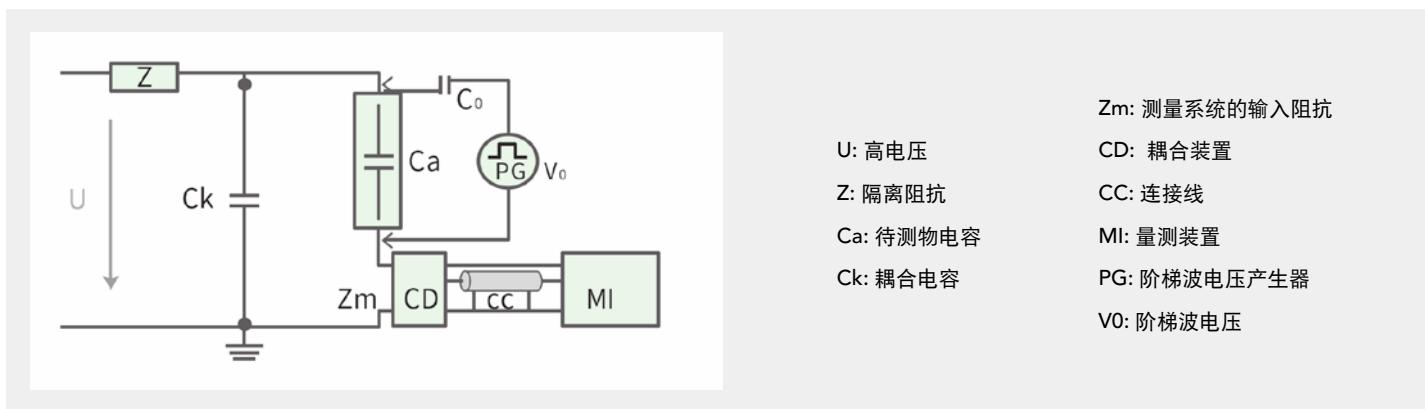


图五 光耦合器里存在气泡的示意

## 测量技术

### 局部放电器校正

局部放电测试设备用于测量与判定微小放电量，其讯号非常微小且快速以及待测物实际容量的影响，因此局部放电量测设备必须经过精确的校正，才能确保在局部放电发生时高频的放电讯号能够被精确的测量。



Zm: 测量系统的输入阻抗

CD: 耦合装置

CC: 连接线

Ca: 待测物电容

Ck: 耦合电容

PG: 阶梯波电压产生器

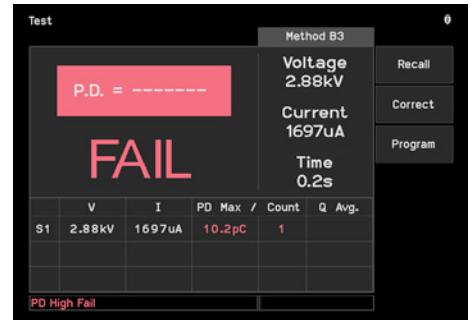
V0: 阶梯波电压

## 高压模组 (A195005 & A195004)

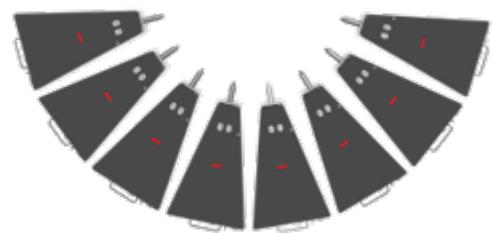
高压模组拥有高精度与大范围的局部放电测量，依待测物的电容值与量测PD放电量的需求可选择不同的高压模组。

- A195005具有四个PD量测档位，PD测量范围可从1pC-6000pC
- A195004具有两个PD量测档位，PD测量范围可从1pC-2000pC

在测试结束后，主机会将量测的数据与结果直观的显示在画面上，有助于对放电量的判定与分析。

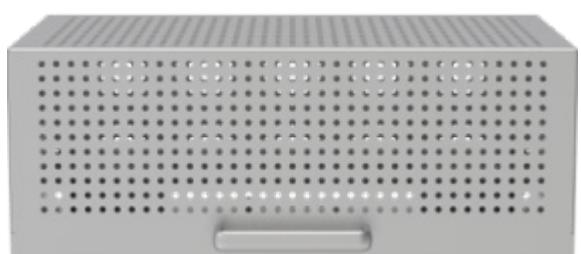


A195004的外型是针对自动机台的应用而设计成等腰梯形，让需要多台测试的自动机台可将高压模组做扇形排列，优化空间的使用。另外，插入式的连接设计使A195004更接近测试座且缩短测试线的长度 (降低线材对测试结果的影响)，也让高压模组容易插拔，增加产品维护以及维修的便利性。

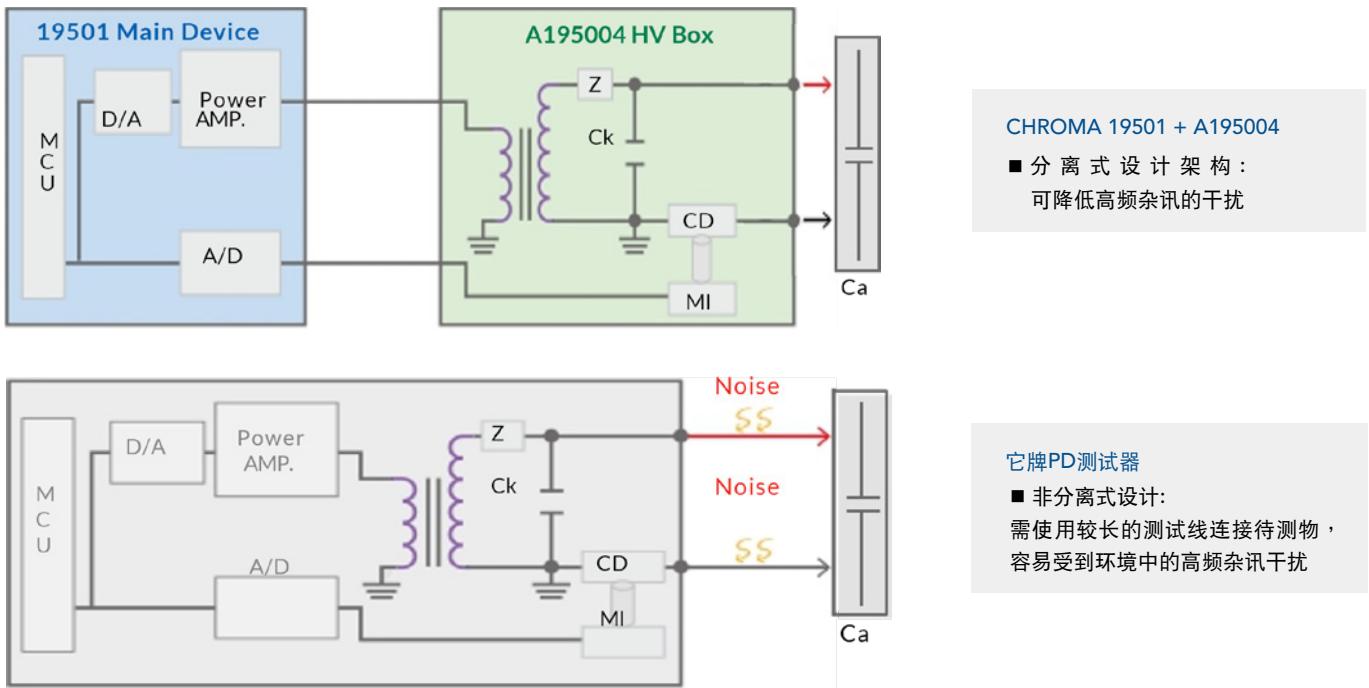


## 抗干扰设计

高压模组 (A195004 & A195005) 测量元件在测试过程中所发生的微小放电量，因为局部放电的放电速度很快 (nS)、频率很高、讯号非常微小，所以周围环境 (譬如: 机械运转、马达运转或其它杂讯) 中的高频杂讯 (譬如: 电磁波) 容易干扰微小放电量的量测，造成量测误差进而影响PD的测量与判定。降低与避免局部放电量测回路受到外在环境的干扰是生产业者与自动化设备商的一大课题，也是局部放电测试器设计技术上的一大挑战。



由于测试环境中可能存在不可避免的高频杂讯，因此将测试&测量与操作&显示分成高压模组与主机的设计，并将高压模组（测试&测量）与主机（操作&显示）分离。高压模组就可以尽可能的靠近待测物进行测量，降低因测试线导致被环境的高频杂讯干扰，测量线路采用讯号隔离方式设计，并让测量回路尽可能的最短。另外，低压试验端使用同轴电缆线来隔离环境杂讯的干扰，避免测量回路受到环境杂讯干扰以及使用金属遮罩将待测物与环境杂讯做隔离，确保测量的精准度。



## 产品应用

法规针对特定产品要求/建议执行局部放电测试 (Partial Discharge Test)，并提供局部放电测试电压 ( $V_{pd}$ ) 的参考公式。局部放电的测试通常会建议/要求将最大额定隔离工作电压或最大额定重复峰值隔离电压 (取电压值较高者) 乘以 1.875 倍做为局部放电测试电压。

局部放电测试电压 ( $V_{pd}$ ) 的计算公式如下：

$$V_{pd} = F \times V_{IOWM} \text{ if } V_{IOWM} > V_{IORM}$$

**F: 加严常数**

\* 常规测试:  $F = 1.875$

\* 样品测试&寿命测试:  $F = 1.6$

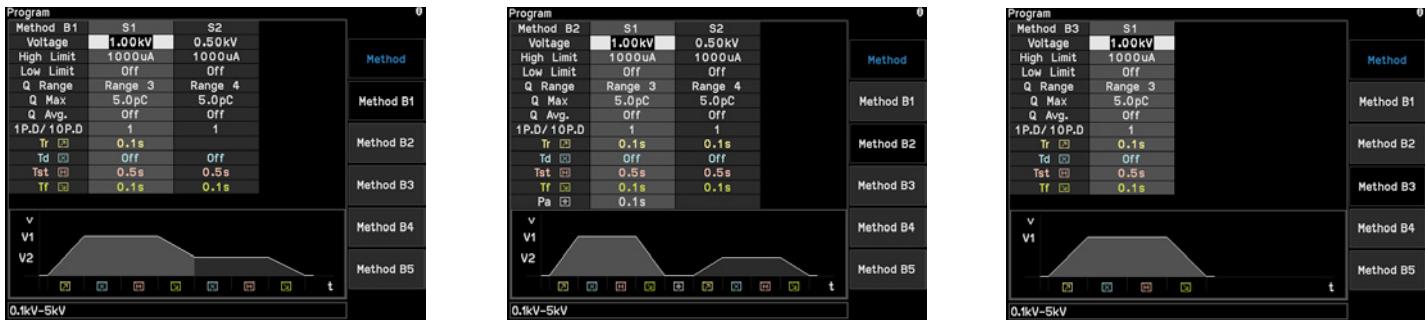
\* 耐久性测试后的测试:  $F = 1.2$

**$V_{IOWM}$ : 最大额定隔离工作电压**

**$V_{IORM}$ : 最大额定重复峰值隔离电压**

## 三种符合法规的测试

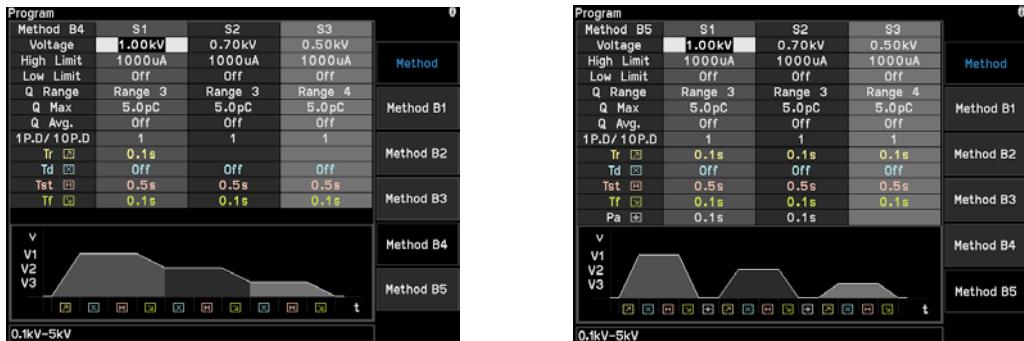
Chroma 19501内建法规要求的三种测试方法1、2与3，设定画面下方会显示示意图辅助用户设定测试参数与选择测试方法，让用户可以更快速地上手。



法规	测试方法 1	测试方法 2	测试方法 3
IEC 60747-5-5	a, b1	b2	b3
IEC 60747-17	a, b1	-	b2

## 三段电压测试方法

为了让制造商可以在符合法规局部放电测试要求的同时，依自己对品质的要求而使用一个高于法规局部放电要求的测试电压来执行局部放电测试以提升产品品质。Chroma 19501增加了三段电压测试方法 (4) 与 (5)，此测试方法的流程会先经过耐压测试 (第一段电压测试)，再使用高于法规局部放电测试要求的测试电压执行局部放电测试 (第二段电压测试)，最后使用符合法规要求的局部放电测试电压 (Vpd) 执行局部放电测试 (第三段电压测试)。此测试方法不但能符合法规要求又可以提升产品品质。



## 高频电压的应用 (A195004 Only)

高频电压有三个优点: (1) 提高输出电压的频率可增加电压峰值出现的频率，可缩短PD测试的时间并提高产能。(2) 因待测物的原始绝缘状态可能有不稳定的因素 (譬如：湿气、灰尘、毛边等) 存在导致PDIV的结果不稳定，所以为了得到较稳定的PDIV结果，可先使用较高频率的高电压对待测物的不稳定因素做预处理。较高的电压可消除不稳定的因素以及较高的频率可缩短消除不稳定因素的时间。(3) 当需要分析待测物绝缘品质的弱点或寻找弱点的位置时，可使用较高频率的高电压让待测物的绝缘劣化。较高的电压 (>PDIV) 可以使待测物的绝缘逐渐劣化以及较高的频率能缩短劣化的时间。

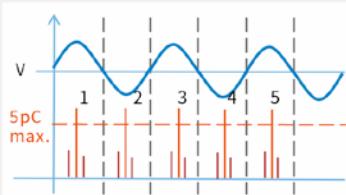
## PD不良次数判定功能

PD发生时的讯号非常微小且容易受到环境中的高频杂讯干扰，PD不良次数判定功能的目的是为了降低因外部杂讯干扰导致测试结果的误判，确认局部放电确实是发生于待测物上，而非受到环境的一次性干扰。待测物上的局部放电通常会随着电压周期性的变化发生周期性的局部放电，因此局部放电相较于环境中的高频杂讯是相对稳定的。

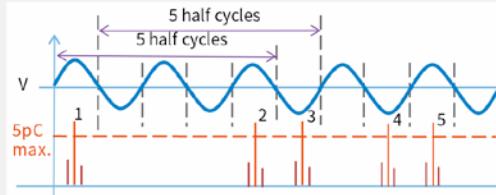
Chroma 19501设计以测试电压的每个半波周期为单位计数PD持续发生超过电荷量上限 (Q Max) 的次数。每连续5个半波周期内必需发生超过2次电荷量上限 (Q Max)，计数的次数才会累加，也就是第一次发生超过电荷量上限 (Q Max) 的PD放电后的4个半波周期内 (2个周期) 必需接着再发生1次，计数的次数才会累加；如果没有，计数的次数将会归零并且重新计数。当计数的次数达到/超过设定的次数上限，就会判定为不良。

范例: 当PD不良的发生次数判定设定为5 P.D. 时，

(1) 条件成立: 计数的次数大于等于5次

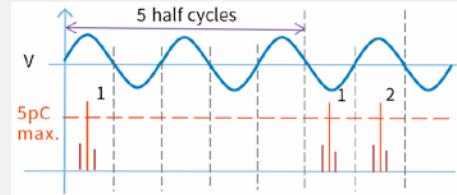


当每个半波周期都有发生大于电荷量上限 (Q Max) 的PD放电，次数累加至5次



当每5个半波周期内发生2次大于电荷量上限 (Q Max) 的PD放电，次数累加至5次

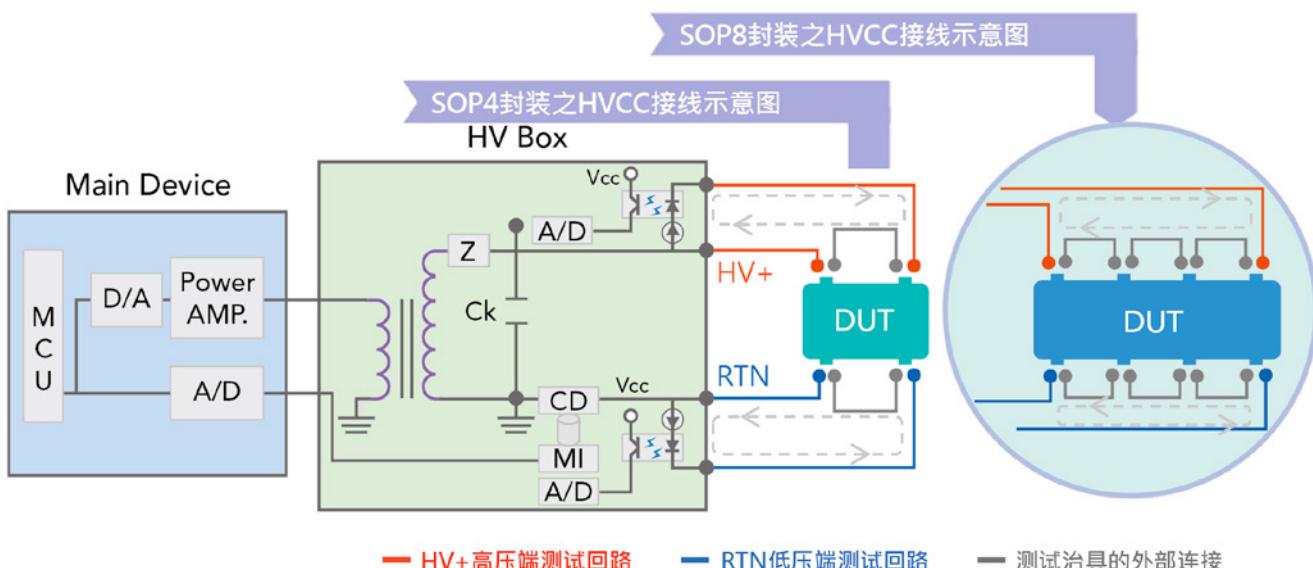
(2) 条件不成立: 计数的次数小于5次

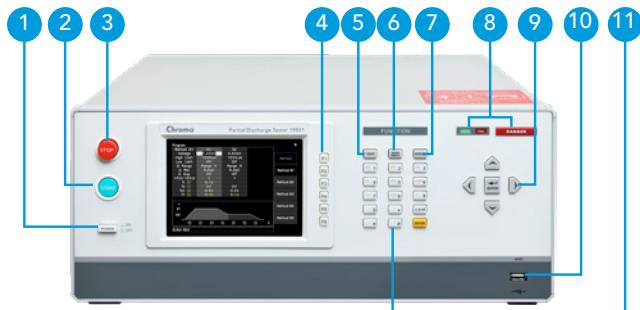


当每5个半波周期内没有发生2次大于电荷量上限 (Q Max) 的PD放电，次数归零并且重新计数

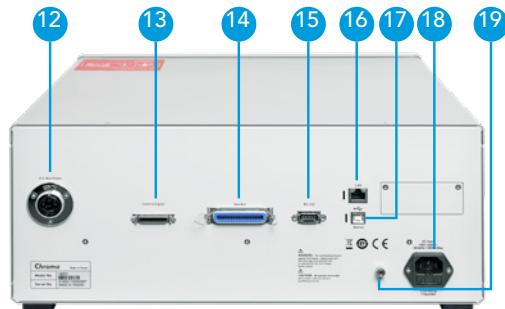
## HVCC 高压接触检查功能

针对高绝缘能力之元件于高压输出前进行接触检查非常重要，Chroma独特之高压接触检查功能 (High Voltage Contact Check: HVCC) 是利用Kelvin测试方法，于高压输出前，对高绝缘能力的元件进行接触检查以提升测试可靠度与生产效率，其应用接线回路示意如图示：

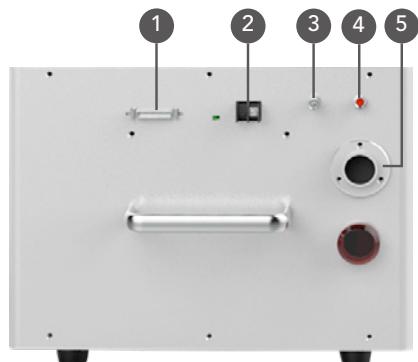




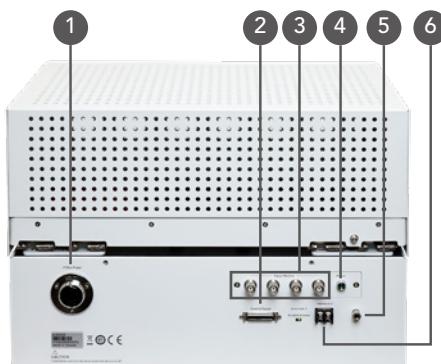
- 1. 电源开关
- 2. 开始键
- 3. 停止键
- 4. 功能键
- 5. Test键
- 6. Main Index键
- 7. System键
- 8. 测试指示灯
- 9. 方向及输入键
- 10. USB储存接口
- 11. 输入编辑键



- 12. 电源连接器 (高压模组)
- 13. 控制讯号连接器
- 14. HANDLER接口 (自动化控制)
- 15. RS-232接口 (计算机连接控制)
- 16. LAN接口 (计算机连接控制)
- 17. USB接口 (计算机连接控制)
- 18. 电源输入端
- 19. 接地端子



- A195004
- 1. 控制讯号连接器
  - 2. 安全开关Inter Lock
  - 3. 接地端子
  - 4. 电源指示灯
  - 5. 电源连接器 (高压模组)



- A195005
- 1. 电源连接器 (高压模组)
  - 2. 控制讯号连接器
  - 3. Signal Monitor输出端子
  - 4. 电源指示灯
  - 5. 接地端子
  - 6. 安全开关Inter Lock

## 规格表

Model	19501
Test Timer (Note 1.)	
Test Time	0.3 to 99.9 sec., steps 0.1 sec., Accuracy: $\pm$ (0.2% of setting + 10ms)
Ramp/Fall time	0.1 to 9.9 sec., steps 0.1 sec
PD detection delay time:	0 to 9.9 sec., steps 0.1 sec.
Handler Interface	
36 pins Handler Connector	All input/output are negative true logic and optically isolated open collector signals. (General-speed photo-coupler are used)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>All outputs must be pulled-up with 10kohm resistor to +VEXT (external power supply).</li> <li>All input optic-diode must be series with current limit (10mA<math>\pm</math>4mA for +3V to +26V) circuit.</li> </ul>
Remote Interface	
RS-232	The programming language is SCPI.
USB (B-type)	Meet USB TMC.
LAN	Support 10M/100M Ethernet.
Memory Storage	
Internal Memory	200 instrument setups.
USB Flash Drive (A-type)	Test parameters, result and waveform (BMP) storage (EXP. function)
	One memory of test procedure and parameter can be storage/recall
	Backup/restore all memory data to USB flash
	Support USB Flash up to 32GB in size
General	
Specifications Range	18°C to 28°C (64°F to 82°F), $\leq$ 70% RH
Operable Range	0°C to 45°C, 15% to 95% RH@ $\leq$ 40°C and no condensation
Storage Range	-10°C to 50°C, $\leq$ 80% RH
Power Requirement	100Vac to 240Vac, 50/60 Hz
Power Consumption	Standby: <150W, Rated Load: <1000W
Dimension (WxHxD)	Host: 428x176x500mm/16.9x6.9x19.7 inches
Weight	20.5 kg/45.2 lbs.

Note 1 .The timer setting is only used by a single host.

## 规格表

HV Module	A195005	A195004
AC Output Voltage		
Voltage Range	0.10 kV to 5.00 kV, steps 0.01 kV	0.10 kV to 10.00 kV, steps 0.01 kV (Note 2.)
Voltage Accuracy	± (1% of setting + 0.5% full Scale)	
Load Regulation	± (1% of setting + 0.5% full scale)	
Frequency	50Hz, 60Hz ± 0.1%, sine wave	50Hz, 60Hz, 600Hz ± 0.1%, sine wave
Measurement		
V-display Accuracy	± (1% of reading + 0.5% full scale), 10V resolution	
Cutoff Current	0.1µA to 3000µA	0.1µA to 10mA max.
Leakage Current Meter	300.0µA: 0.1µA to 300.0µA	300µA: 0.1µA to 300.0µA
	3000µA: 1µA to 3000µA	3mA: 0.001mA to 3.000mA
	-	10mA: 0.01mA to 10.00mA
	Accuracy ± (1% of reading + 2% full scale)	
Flashover Detection	-	0.1mA – 20.0mA, resolution 0.1mA
Partial Discharge Detector		
Ranges (Note 3.)	Range 1: 10pC to 6000pC, 1pC resolution	Range 1: 10pC to 2000pC, 1pC resolution
	Range 2: 5pC to 3000pC, 1pC resolution	
	Range 3: 2pC to 600pC, 0.1pC resolution	Range 2: 1pC to 200pC, 0.1pC resolution
	Range 4: 1pC to 300pC, 0.1pC resolution	
Accuracy (Note 4.)	± (1.5% of reading + 1.5% full scale)	± (1% of reading + 0.5% full scale)
Maximum Capacitance of Load	3nF (typical)	100pF (typical)
Filter Type	Wide-band	Narrow-band
General		
Specifications Range	18°C to 28°C (64°F to 82°F), ≤ 70% RH	
Operable Range	0°C to 45°C, 15% to 95% RH@ ≤40°C and no condensation	
Storage Range	-10°C to 50°C, ≤ 80% RH	
Dimension (WxHxD)	388x281.1x272mm/15.3x11.1x10.7 inches	NA
Weight	15.0 kg Approx.	20.0 kg Approx.

Note 2. 0.1kVac-5.0kVac@600Hz

Note 3. The PD measurement ranges are defined by maximum capacitance of load. The available PD measurement range will be changed by the capacitance.

Note 4. The PD measurement uses correction pulse generator compliant to IEC60270 for verification. The specification measurement accuracy is defined as the relative error of correction generator.

\*规格如有变更恕不另行通知。

## 规格表

Model		A195001
Range	100pC	1.0, 2.0, 5.0, 10.0, 20.0, 50.0, 100.0 pC, Injection Capacitance: 1pF, typical
	2000pC	20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 pC, Injection Capacitance: 20pF, typical
Polarity		Positive, Negative
Accuracy		± (3% of reading + 0.5pC)
Rise Time		<50nS
Pulse Repetition		100Hz
Operable Range		0°C to 45°C, 15% to 95% RH@ ≤40°C and no condensation
Storage Range		-10°C to 50°C, ≤ 80% RH
Power Supply		9V battery
Current Consumption		50mA max.
Dimension (WxHxD)		65 x 150 x 36.5 mm/2.56 x 5.91 x 1.44 inch
Weight		Approx. 500g

## 订购资讯

19501: 局部放电测试器

19501S: 局部放电测试器 (2024/Q4)

A195001: PD校正器

A195005: 高压模组



A195001



A195005



A195004