



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

# 手持设备的静电放电和测量及其防护

2005-11-2

## 目录

### 一. 静电的产生

### 二. 静电放电的危害

### 三. 静电放电抗扰度的测量标准

### 四. 静电放电发生器输出电流的波形和意义

### 五. 静电放电的模拟

### 六. 静电放电的试验

1. 试验配置
2. 台式设备放置的注意事项
3. TVS 器件对 ESD 抑制的测试

小结: TVS 和 MOV 的区别

### 七. 手持设备“接口”的 ESD 防护设计要点

1. PCB 板的地线和接地设计问题
2. TVS 放入位置的选择
3. 导致 ESD 抗扰度试验失败的原因
4. 如何选择 ESD 防护器件
5. 防止静电放电的办法



ProTek 公司產品總代理:

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處: 香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話: +852-2344 7899 傳真: +852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處: 深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話: (0755) 84361080-82 傳真: (0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

## 手持设备的静电放电和测量及其防护

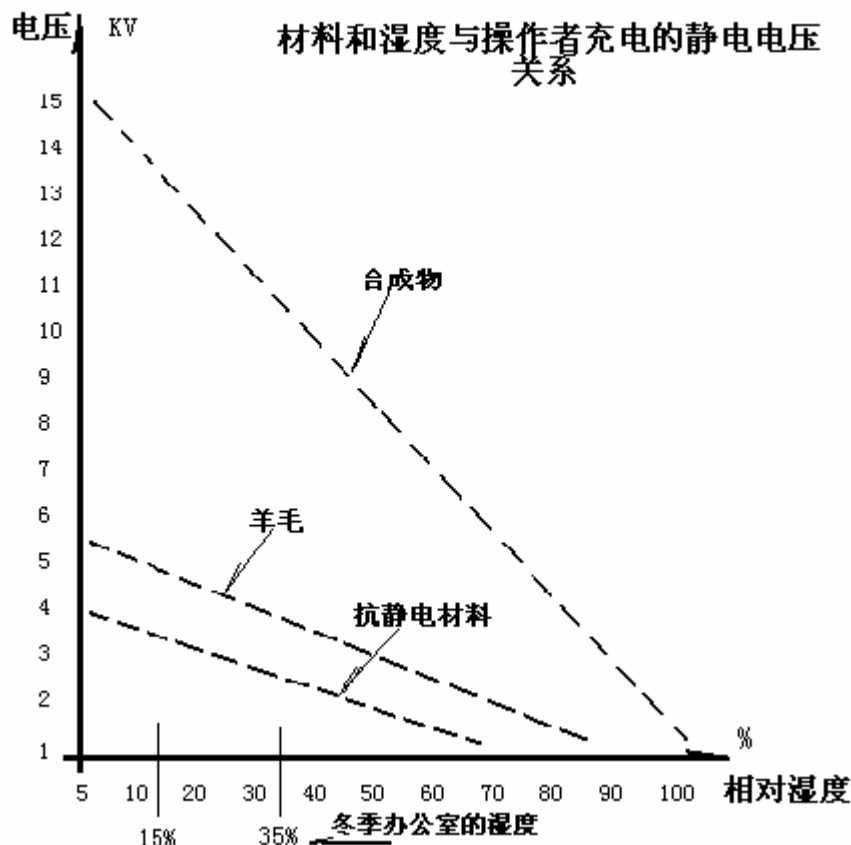
手机，数码相机，MP3 播放器，PDA等手持设备在“可靠性”设计当中，都有一个很重要项目这就是ESD防护的设计，如何防护和如何测试ESD呢？这是需要认真研究的，本文讲述了静电放电（ESD）和如何防护以及静电放电抗扰度的试验。

ESD 测试的准确性决定于试验方法和试验设备以及 ESD 测试台的连接, ESD 试验在很大程度上取决于试验者的操作方法，为了确定“ESD 故障”的临界值，试验电压应从最小值到选定的试验电压值逐渐增加，静电枪与实施放电的表面垂直，静电枪放电回路电缆与受试设备的距离保持在 0.2 米，在接触放电时,放电电极的顶端应先接触受试设备再打开放电开关，试验设备以及 ESD 测试台的连接，请见“静电放电的试验”一节。

### 一.静电的产生

静电放电是一种自然现象。当两种不同介电强度的材料相互摩擦时，就会产生静电电荷，其中一种材料上的静电电荷积累到一定程度，在与另外一个物体接触时，就会通过这个物体到大地的阻抗进行放电，静电放电及其影响是电子设备的一个主要干扰源。

环境条件对充电量的影响很大，合成纤维与干燥的气候相结合特别有助于静电电荷的产生，例如：人在合成纤维的地毯上行走时，通过鞋子与地毯的摩擦，产生静电，人---地毯---大地间的平均电容为几十到上百 pf，可能产生的静电高达 15KV，人体产生的静电放电，会有许多不同的电流脉冲，电流波形的上升时间在 100ps~30ns 之间。



ProTek 公司產品總代理：

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處：香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

## 二.静电放电的危害

**静电放电**现象是电荷从带电物体上转移到另一个物体上的现象，若是这个物体有良好的接地，则为电荷的泄放提供了良好的通路，若是这个物体没有良好的接地，则电荷发生转移，直到两物体的电位相等，若是这个物体的电容量越大，则电荷的转移越多，放电电流越大，对电路形成干扰，甚至导致电路的损坏。**静电的累积以及随后放电的问题**由于不可控制的环境条件令人更加关切，使人体成为对电子设备的最大危害，**直接的静电放电**多发生在人体接触半导体器件的时候，有可能导致**数层半导体材料的击穿**，产生不可挽回的经济损失，**间接的静电放电及紧随其后的电磁场干扰**，会危害电子设备的正常工作。

## 三. 静电放电抗扰度的测量标准 （国际标准：IEC 61000- 4- 2；中国标准：GB/T 17626.2）

ESD 试验电压的等级：

接触放电		空气放电	
等 级	试验电压/KV	等 级	试验电压/KV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15

接触放电的等级和对应的电流：

等 级	试验电压/KV	放电波形的第一个 峰值电流 (A)
1	2	7.5
2	4	15
3	6	22.5
4	8	30

**接触放电**是优先选择的试验方法，因为这样可以避免由于**静电枪**接近受试设备的方式不同而导致的试验结果的差异，**空气放电**则用在不能使用**接触放电**的场合。



ProTek 公司產品總代理：

Max Bright C&C Company（中明科技有限公司）

香港辦事處：香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086



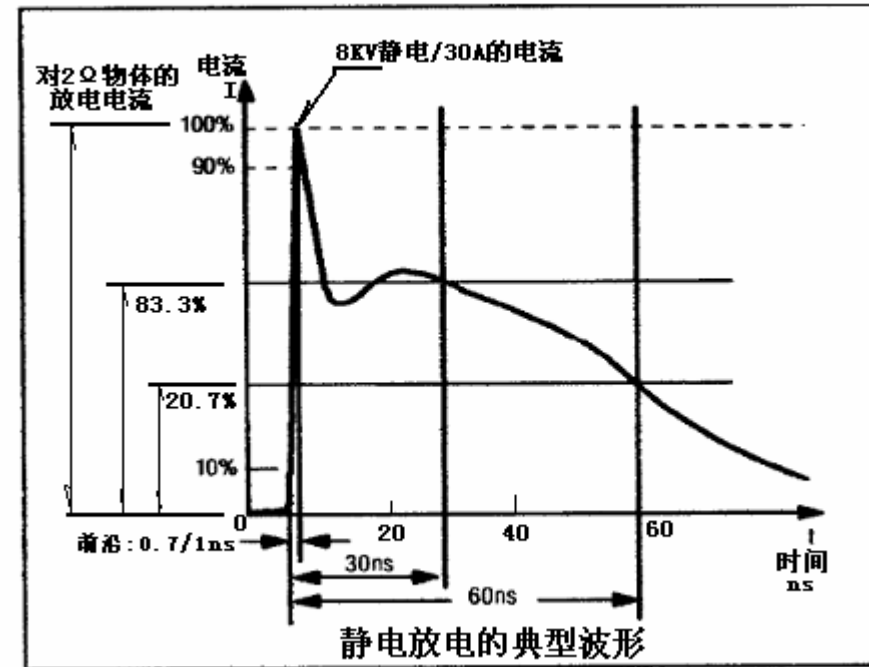
MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

#### 四.静电放电发生器输出电流的波形和意义



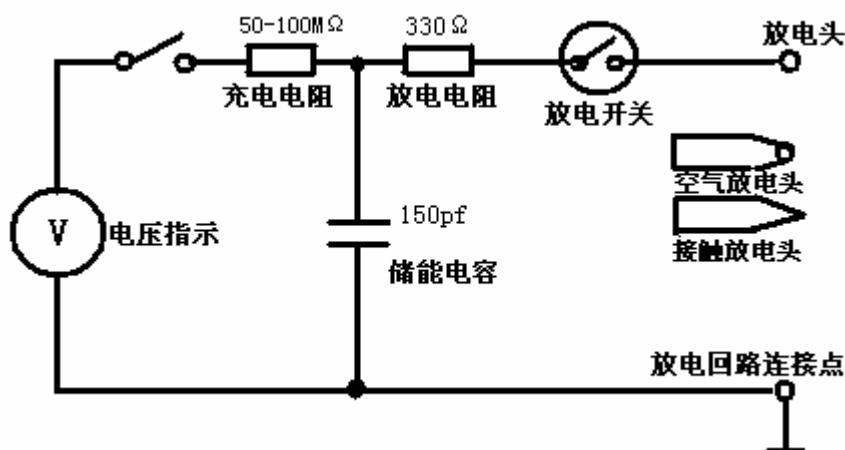
静电放电发生器的核心是“直流高压电源”和“高压真空继电器”，“高压真空继电器”是目前唯一能产生重复和高速放电波形的部件，静电放电发生器输出电流的波形是模仿人体放电，按标准规定的“放电电极”对  $2\Omega$  的“电流传感器”放电的电流波形如上图。

放电的电流波形其前沿十分陡峭在  $0.7\sim 1\text{ns}$ ，包含的谐波成分非常丰富，最少也能达到  $500\text{MHz}$ ，所以在测量.观察 ESD 的过程时必需使用带宽在  $1\text{GHz}$  以上的示波器。

放电波形共有两个波峰，其中第一个能量最大，第二个波峰次之，在接触放电中的第四级，当  $8\text{KV}$  的静电放电电压时，产生的静电电流达  $30\text{A}$  安培，因其前沿非常陡峭，频谱非常丰富，是个很大的能量，所以这个测试是很严酷的。

#### 五. 静电放电的模拟

静电放电发生器的模拟基本线路如下：



ProTek 公司产品总代理：

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港办事处：香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳联络處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

静电放电试验的目的是模拟带有较高静电电压的人体触摸受试设备时发生的现象，也模拟人体触摸受试设备附近的其它金属物体时发生的静电放电对受试设备的影响。

“静电放电装置”是根据人体模型制造的，模拟的基本电路见上图，其中有“直流高压电源”和“电压指示”及“高压真空继电器”，150pf 的储能电容是模拟人体电容，330Ω 的放电电阻是模拟人体电阻。在试验时放电头和放电回路连接点之间是“被测物”，会有分布电容存在。

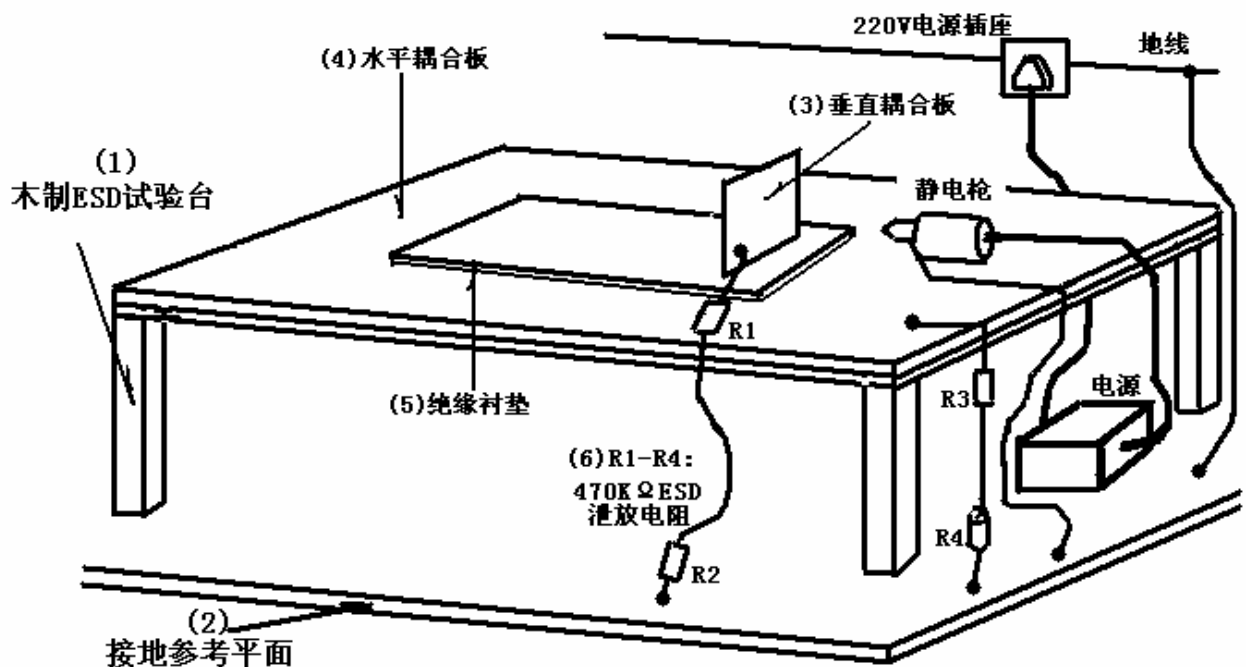
放电电极分为：接触放电电极和空气放电电极，接触放电电极的顶端是“尖端点”，利用尖端放电进行接触试验；空气放电电极的顶端是 Φ8 的圆柱头，利用圆柱头扇形面进行空气放电试验。

## 六. 静电放电的试验

### 1. 试验配置：

由于“静电放电”的电流波形十分陡峭，前沿已经达到 0.7~1ns，其包含的谐波成分至少要达到 500MHz 以上，若用示波器观测“静电放电”的电流波形必须使用带宽 1GHz 以上的示波器，因此实验室的“试验装置”要保证实验结果的重复性和可比性。

#### 1). 台式设备的配置



ESD试验设备配置与连接



ProTek 公司产品總代理：

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處：香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

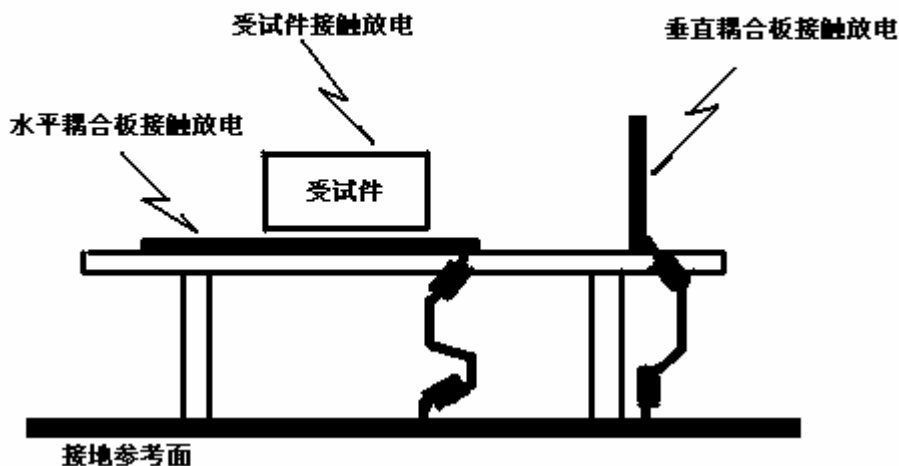
中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

- (1). 木制试验台
- (2). 接地参考板
- (3). 垂直耦合板
- (4). 水平耦合板
- (5). 绝缘垫板
- (6). 两端带有 470K $\Omega$  泄放 ESD 的电阻连接线两条

静电放电试验装置:



## 2). 测试设备的连接

(1). “接地参考平面”是测试系统的“地”，试验台上所有的“接地线”都应用螺钉压接的方式连接到接地参考平面上，接地参考平面最终和电网的地线连接，至此完成测试系统的地线连接，不允许有其它的接地连接线。

(2). “水平耦合板”和“接地参考平面”用两端带有 470K $\Omega$  的电阻的导线进行连接。这根带有电阻的导线在 ESD 试验时是用来隔离“耦合板”与“接地参考平面”的；静电枪放电后又将“耦合板”上的电荷通过电阻泄放；“电阻”安装在导线的两端把“杂散电容”，“杂散电感”与“水平耦合板”和“接地参考平面”都进行了隔离；由于电阻上的电压等于 ESD 的放电电压，所以其体积和耐压都要大些，防止电荷跨越电阻的表面。

(3). “垂直耦合板”和“接地参考平面”的连接方法同上。

## 2. “台式设备”放置的注意事项:

台式试验设备距离墙壁和其它金属物品至少 1 米，以避免对 ESD 电磁场的影响。



ProTek 公司产品总代理:

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港办事处: 香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話: +852-2344 7899 傳真: +852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳联络處: 深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話: (0755) 84361080-82 傳真: (0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

### 3. “TVS”器件对 ESD 抑制的测试:

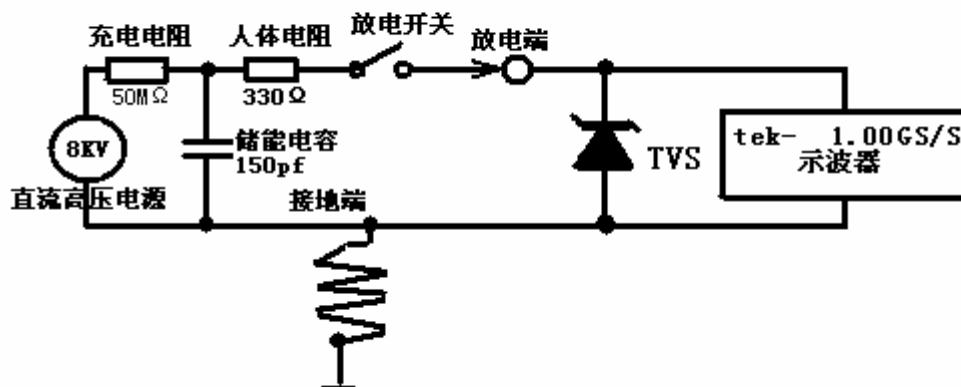
#### 1).TVS 的特色

瞬态电压抑制器(TVS)在几种能够抑制 ESD 元器件当中是最优秀的, 它用**硅材料**采用高科技的特殊半导体制造技术制成的, 体积和封装结构是按照手机上各种接口的 ESD 防护要求设计的, 在技术性能方面能满足手机的各种需要, 从充电器接口到频率最高的 RF 天线都有相对应的 TVS 进行 ESD 防护, 最根本的特色在于 TVS 的保护速度和很低的箝位电压及极间电容, 当有 ESD 侵扰时, TVS 就产生雪崩效应, 从原来的高阻抗瞬间变成低阻抗, 这一变换速度在 **ns 级**, 将 ESD 进行箝位, ESD 的浪涌电流通过这个低阻抗进行泄放, 从而保护了电路。

#### 2).TVS 箝位特性的测试

##### (1) .测试电路及连接:

#### 8KV接触放电的TVS箝位特性测试



ProTek 公司產品總代理:

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處: 香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話: +852-2344 7899 傳真: +852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處: 深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話: (0755) 84361080-82 傳真: (0755) 84361086





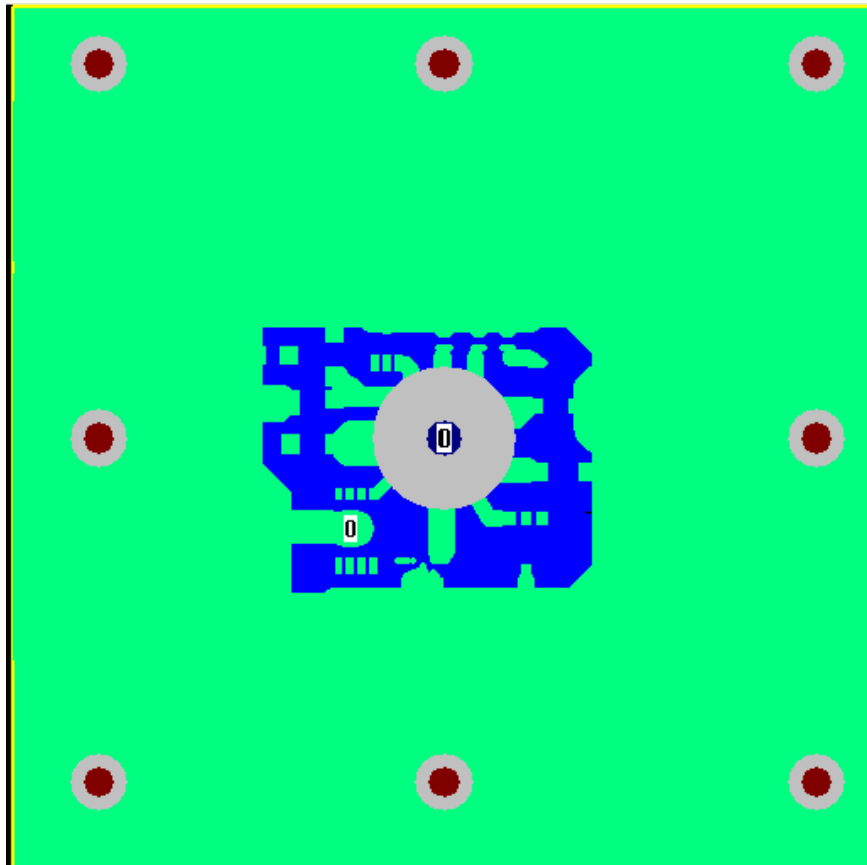
MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

## (2).ESD 测试板:



TVS 对 ESD 箝位抑制的试验板如上图, 该 PCB 板外形为  $38 \times 38 \times 0.8\text{mm}$  的双面板, 通过周边的 8 个“过金孔”将两面的铜箔连接为“地”, 图形中央的“圆心”是 ESD 接触放电的“靶心”, 把受试样品 PSD05 焊接在“靶心”与“地”之间相应的位置上, 将观测 TVS 箝位特性的 tek 示波器并联在 TVS 两端即可进行测试。

## (3).8KV 接触放电的 ESD 及 TVS 箝位特性测试:

将“静电枪”置于+8KV, “静电枪”的“放电头”与“圆心”垂直接触, “tek”示波器的采样速率为 1.00GS/S, 时基系统置于 50.0ns/度, 垂直系统置于 5.00V/度, 按下“放电开关”, 观测“示波器”显示屏上的波形。

测试的波形如下图:



ProTek 公司產品總代理:

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處: 香港九龍官塘成業街 6 號摩登倉 2 7 0 2 室 電話: +852-2344 7899 傳真: +852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處: 深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話: (0755) 84361080-82 傳真: (0755) 84361086





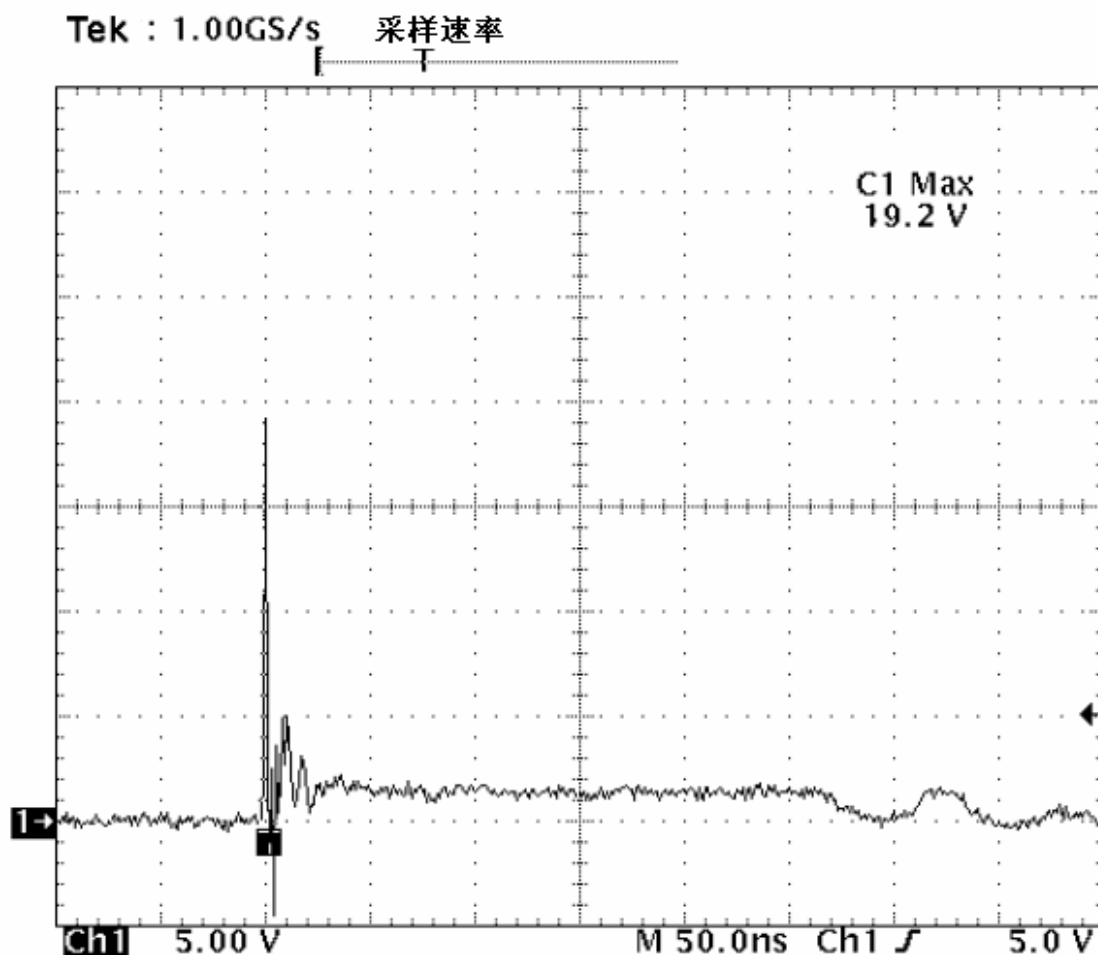
MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

## PSD05 ESD 箝位特性 (8KV 接触放电 IEC 61000-4-2)



通过测试的波形可以得到以下结果：

### ①. TVS 箝位的反应速度非常快

当 8/20 $\mu$ s 的 ESD 以 8KV/30A 的强度出现时, TVS 在 ns 数量级内可以将这个浪涌冲击吸收, 从 tek 示波器的时基线上可以清楚地看到是 2ns, 反应速度非常快。

### ②. 瞬间箝位的电压非常低

当 8/20 $\mu$ s 的 ESD 以 8KV/30A 的强度出现时, TVS 在 ns 数量级内可以将这个浪涌冲击吸收, 瞬间的箝位电压为 19.2V, 2~3ns 以后递减到 0V, 从 8KV 瞬间箝位到 19.2V 可谓“箝位电压”很低。

### ③. 对重复出现的 ESD 可以有效防护

从箝位波形可以看出, 对第一个 ESD 浪涌波形进行箝位之后的 2~3ns, TVS 已经得到恢复, 又可以迎接第二个 ESD 浪涌, 因此对重复出现的 ESD 可以有效防护。



ProTek 公司產品總代理：

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處：香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

#### ④. TVS 的通流容量很大

8/20 $\mu$ s 的 ESD 浪涌电流 30A, 在 2~3ns 的时间内被 TVS 所吸收, 可见 TVS 的内阻足够小, 30A 的大电流在这个内阻上产生的“热”由于有优异的散热技术可以散掉, 在-55℃~150℃宽广的环境条件下, 可以正常工作, 所以说 TVS 具有很大的“通流量”。

#### ⑤. 接地条件和 TVS 箝位特性的关系

不要以为只要在电路中接入了 TVS 就可以抑制 ESD? 这是因为放电的电流波形其前沿十分陡峭在 0.7~1ns, 包含的谐波成分非常丰富, 最少也能达到 500MHz, 这个放电电流最大可达 30A, 要给 TVS 提供一条路径非常短, 内阻非常低的接地条件, 以便 TVS 顺利泄放 ESD 电流, 若是接地条件比较差, 例如: 接地路径比较长或接地电阻/寄生电感比较大, 瞬间被 TVS 吸收的大电流不能顺利泄放, 就会在接地电阻上(包括寄生电感成分)产生很大的高频压降, 造成 ESD 积累甚至重新路游, 可见接地是非常重要的, 在 8KV 接触放电和 TVS 箝位特性的试验中, TVS 的接地就是一个典范, 试验板的双面都是“地”, 接地路径和接地电阻都非常理想, 所以获得理想的箝位特性曲线。

**小结:** 上述特色是 TVS 独有的, 因为 TVS 是特种半导体的制造技术, 利用复杂的“P/N 结”雪崩特性制造的。与 TVS 相比, MOV 是金属氧化物制造的, 利用“氧化锌材料”电压增加电阻反而降低的特性, 根据这一特性制造的 MOV(氧化锌压敏电阻), 与 TVS 相比, 氧化锌压敏电阻由于制造工艺简单, 材料便宜所以价格低廉。但是, 它的箝位特性是“软击穿”, MOV 的内部由氧化锌陶瓷层和金属内电极层交替叠加构成, 相邻两电极层与所夹的陶瓷层组成一个单个的“压敏电阻”, 这些小“压敏电阻”又通外电极并联在一起, 简而言之“压敏电阻”是由许多个“小压敏电阻”通过并联(获得承受电流)和串联(获得承受电压)构成的, 它的特性会随温度, 并随着使用时间和承受浪涌冲击的次数而恶化, 会因热击穿而损坏, 可以应用在手机上的“叠层片式氧化锌压敏电阻”简称 MLV。

**在选择 ESD 防护器件种类时, 要根据 ESD 的防护等级和用途按下述原则来选择 TVS 还是 MLV:**

**根据防护等级:** 接触放电的 ESD 防护分为四级, 一级是 2KV/ 7.5A; 二级是 4KV/ 15A; 三级是 6KV/ 22.5A; 四级是 8KV/ 30A, MLV 适用于 1~2 级, TVS 适用于 1~4 级。

**根据承受功率:** MLV 适用于 100W 以下, TVS 适用于 10W~600W。

**根据电路的工作速率:** MLV 和 TVS 都是与电路并接使用的, 它们的极间电容与电路的输入端并接, “极间电容”不应该对传输信号的速率产生任何影响, 这一点 TVS 较好, 可应用到 1000MHz。

**根据电路的工作电压:** MLV 和 TVS 都有一个关断电压(对 ESD 不起保护作用, 使电路正常工作的电压)为适应多种电路的需要希望“关断电压”越低越好, 这一点 TVS 较好, 从 2.8V~70V, 有很宽的适应范围。

**根据电路的环境温度范围:** 电路在技术条件规定的环境温度下都能对 ESD 进行有效的防护, 这就要求 MLV 和 TVS 在技术条件规定的环境温度下都能正常工作, 这一点 TVS 较好, 能在-55℃到 150℃的宽广范围可靠地工作。

如上所述, 用于电路 ESD 防护关系到可靠性设计的成败, 是需要慎重, 倍加小心进行选择的!

## 七. 手持设备“接口”的 ESD 防护设计要点

手机一类手持设备是通过人手和身体接地的, 这些设备经过磨擦都会产生“静电放电”, 所以设备上的各种端口(或接口)都会受到 ESD 的威胁。据统计, 手机一类手持设备约 1/4 以上的电子产品损坏是由 ESD 引起的, 静电的积累以及随后放电的问题是可控的, 关键在于如何防护, 抑制 ESD 的办法是给它提供一条理想的泄放通路, 将 ESD 的电流泄放掉, 这个“理想的泄放通路”就是所用的瞬态电压抑制器(TVS)。

ESD 的抑制看起来好象很简单, 就是在各种端口(接口)的“入口处”增加一个 TVS, 给 ESD 提供一个“理想的泄放通路”, 但是在实践中并不容易, 大家知道瞬间的“静电放电”电流频率很高, 频谱很丰富, 根据傅里叶变换, 上升沿为 1ns 的脉冲, 带宽可达 300MHz, 它辐射的范围较大; 另一方面, 是它的“强度”, 比如: 试验等级为第四级的“接触放电”, 电压是 8KV, 放电电流高达 30A, 这个放电电流具有很大的破坏力, 同时产生很强的电磁场, 影响邻近电路, 破坏力决定于放电电流的上升时间和持续时间,



ProTek 公司產品總代理:

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處: 香港九龍官塘成業街 6 號摩登倉 2 7 0 2 室 電話: +852-2344 7899 傳真: +852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處: 深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話: (0755) 84361080-82 傳真: (0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

上升时间和持续时间又取决于放电路径的电感成分，所以不是简单接入一个 TVS 的问题，会涉及到 PCB 板的地线和接地设计，TVS “接入端口位置”的选择，导致 ESD 抗扰度试验失败的原因，如何选用 ESD 防护器件，防止静电放电危害的办法等等。

## 1. PCB 板的地线和接地设计问题

### 1). 多层 PCB 板铺设“地线层”和设计“地线网格”

以 6 层 PCB 板为例，第一层和第二层设计为布线层，第一层和第二层的布线方向互相垂直；第五层和第六层设计为布线层，布线方向也是互相垂直；第三层设计为地线层；第四层设计为电源层；其中第二层和第五层用于高速信号线，这样防止了串扰，改善了电源的解耦，可获得良好的电磁兼容性。除此之外在第一、第二和第五、第六层要设计“地线网格”，减小地线的电感成分，建立 PCB 板良好的接地体系是保证电路的稳定性和 ESD 抑制可能性的条件。

### 2). 数字地、模拟地、射频模拟地和电源地的处理

地线是电流的回程路径，在电路中根据功能的不同分为数字地、模拟地、射频模拟地和电源地等等，这些电路需将布局分开，不能混杂，它们的地线要分开，各成体系，不得互相串扰，从而大大减弱了电磁辐射，这是有效进行 ESD 防护的基本条件。

### 3). 单点接地

在手持设备的电路里，数字地、模拟地、射频模拟地和电源地都要分别连接到地线层的同一点上，这样避免了地线环路电流问题，这种单点接地的办法消除了地环路的干扰，给 ESD 的有效防护提供了保证。

### 4). 地线圈 和 TVS 理想的接地点

将第一、第二、第四、第五、第六层 PCB 板的周边缩小 1mm~2mm，空出的 PCB 板面与“地线层”连接，PCB 板上形成一个地线圈，这样一来会更好降低电磁辐射，同时可供安装屏蔽盒使用。

**TVS 理想的接地点：**各种端口和 I/O 接口处都要对地接入 TVS 来防护 ESD，这个“地”不是“信号地”必需是地线层的地，这样一来可将 ESD 浪涌直接导向到数据线或信号线系统的外部，所以地线圈就是 TVS 最适用的接地点，同时也是各种 I/O 接口的最佳接地点。

## 2. TVS 放入位置的选择

用于防护各种端口或 I/O 接口 ESD 的 TVS 应直接安装在接口或端口的“入口处”，这是因为 ESD 是个高速瞬间的浪涌，会在传输线路上造成寄生电感因素，接在“入口处”就可以避免这个寄生电感因素，与此同时尽量减小 TVS 和数据线或信号线之间的距离，TVS 尽可能远离被保护的芯片，而将 ESD 的浪涌导向到地线层，这样一来保证了数据线或信号线系统的干净传输。

## 3. 导致 ESD 抗扰度试验失败的原因

1). 在信号线或数据线上接有共模滤波电容，致使高频静电电流直接流进电路，这是由于高频静电电流总是选择阻抗最小的路径，去掉共模滤波电容即可正常。

2). 静电放电电流通过杂散电容耦合进信号线或数据线上，空间的杂散电容会成为很好的路荆，当结构有孔洞或缝隙等形成较高阻抗时静电电流会另辟路径，这些因素都需要在设计时给予考虑。

3). 静电放电电流在传输过程中通过与邻近电路的电容和电感发生耦合，致使信号线或数据线上受到干扰，设计信号线或数据线时要考虑周围环境。

4). 外壳的两部分搭接阻抗较高时，在搭接点上产生“压降”，这个“压降”以共模方式进入“地环路电路”对电路的地线形成干扰，因此搭接阻抗要特别注意。

5). 外壳与 PCB 板不是同电位，造成二次放电，产生 ESD 试验失败，在结构设计上要严加注意防范。



ProTek 公司產品總代理：

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處：香港九龍官塘成業街 6 號摩登倉 2 7 0 2 室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086





MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

#### 4. 如何选用 ESD 防护器件

美国 **Protek Devices** 是一家专门制造 TVS 的供应商，其主导产品是手持设备的 ESD 系列防护产品，这些产品都是微型封装的，分为：单向、双向和组合阵列的多种形式，具体如下：

1). 电源或充电器接口：**电源地**是手持设备的主干地，它的ESD放电电流比较大，所以选择TVS要以承受功率为主，功率小于 100W 的承受力不可靠，一般选用 500W 的PSD05，由于电路工作在直流状态所以使用单向的TVS，对它的极间电容要求不严。

2). 耳机/扬声器和麦克风接口：**低频的模拟地**是ESD的支流，一般的ESD功率小于 100W，从可靠抑制ESD来讲宜用PKFC03C或PKFC05C，因为它是 250W 和 100pf 的极间电容，是可焊接的倒装芯片封装，若PCB板的ESD设计很好，则ESD会在 10W 以下，可用RSB6.8S或PRSB6.8S等小功率的TVS，若遇到EMI的电磁干扰，则需使用有EMI/ESD两种功能的TVS，例如：EMIF2SPK-10FCC，EMIF2MIC-68FCC。

3). 数据接口：**低速数字地**是ESD的支流，此处的ESD功率小于 100W，数据接口有十几条数据线，使用四路和五路的TVS阵列来防护，常用的型号有MSMF05 和MSMF05C。

4). 用户识别卡：是个大规模集成电路的卡片，存储着用户的个人资料和一些相关的信息，其速率为 64K 或 128K，它也是**低速数字地**，但是在使用中会受到ESD的侵扰严重，所以ESD的防护功率要大些，在 300W 以上，一般使用 500W 的SRV05-4，若PCB板的ESD设计很好，ESD会低许多，则可用 100W 的TVS，例如：价格低廉的MSMF05 和MSMF05C。如果用户识别卡遇到电磁干扰则可用EM1402 进行EMI/ESD防护。

5). 键盘接口：键盘的地也是**低速数字地**，由于在使用中频繁按动，ESD是经常发生的，键盘的结构设计免不了有孔洞或缝隙，给ESD的防护带来麻烦，抑制ESD有以下办法，一个是用塑料电镀薄膜将键盘屏蔽接地，这样一来全部防范了ESD，但是金属镀膜的寿命有限，等金属镀层脱落就失效了。另一种方法就是用阵列组合的TVS，这个办法一劳永逸，在键盘的每一行、每一列都要对地施加一个双向的TVS，可使用体积很小、价格低廉的MSMF05 和MSMF05C。

6). USB1.1 接口：是**高频的数字地**，由于高频的USB1.1 接口电路很容易产生ESD又易受ESD侵扰，所以要严加防护，USB1.1 接口的传输速率是低速接口 1.5Mbps，全速接口 12Mbps，要用极间电容小于 10pf 的TVS，防护功率要在 100W 以上，PSR05 由一个桥式电路和一个TVS组成，大家知道一个TVS只能保护一条数据线，但是加入桥式电路就扩展到两路，刚好满足USB1.1 接口的需要。

7). USB2.0/IEEE1394 接口：是**高速数字地**，480Mbps的传输速率使它更容易受到ESD的侵扰，高速的数据传输对TVS的极间电容提出很高的要求，一般的TVS不能胜任，PROTEK的PLR0504F是个双桥式电路，它的极间电容做到 1.9pf，关断电压是 5V，功率是 200W，可用于双USB2.0 接口的ESD保护。

8). 天线接口：双工器是手机的“前端开关”，它直接连接到手机的天线，它的后面是非常重要的低噪声放大器，这个“前端开关”要承受很强的ESD侵扰，接受 15KV 空气放电的考核，因此需用TVS，这个双向的TVS要接在天线接口处，TVS的接入不能影响手机的增益和噪声两项技术指标，由于GSM的接收频率很高在 900~1800 MHz，所以TVS的极间电容特别小，否则会对增益和噪声造成影响，PROTEK的高科技产品---GBLC05CI就可以胜任，它的极间电容只有 0.6pf。

9). LCD驱动接口：紧凑设计的手机，高分辨率的液晶显示和敏感的LCD模块，这三个因素造成LCD容易受到“电磁干扰”，产生干扰的网纹，破坏了画面的清晰度。这是因为视频信号从“基带控制器”被



ProTek 公司產品總代理：

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處：香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)

A leading TVS Supplier

传送到 LCD 或内嵌的相机电路时,途中要通过柔性 PCB 板(翻盖手机)或较长的 PCB 引线,会受到来自天线的“电磁辐射”,从而破了视频信号的完整性。常规的数据信号一般在 6~20MHz,随着视频分辨率的提高,数据的速率将会提高到 40MHz,“滤波器的通频带”大约是“传输数据速率”的 5 倍,根据这个经验公式,面对 40MHz 的数据信号要选择“滤波器的通频带”是 200MHz,面对 40MHz 数据信号的传输要求“滤波器”引起的延迟(输入/输出信号的相位差)小于 1.0ns,这在技术上是很难的,考虑到 PCB 板的空间,手机的工作频率和滤波器性能的高难度,要实现“视频信号的完整性”确非易事。为此在 LCD 驱动接口处要施加 EMI/ESD 抑制的 TVS,使用 TVS 的“滤波器”对来自手机的发射信号(900~1800 MHz)进行“高频衰减”,而使“数据信号”顺利通过,滤波器的“高频衰减量”可达 30db,在 LCD 驱动接口处施加的 TVS 除有 EMI 功能之外还有 ESD 功能,从而保证了 LCD “数据信号”的可靠传输,保证了 LCD 屏幕的清晰度。用于 LCD 驱动接口的 TVS 分为四路,六路,八路和十路,它们的封装有倒装芯片型,DFN 型和 QFN 型三种,具体型号是: EMIF6-100FC, EMIF6-100LFC, EM4D-100L, EM6D-100L, EM8D-100L, EMIF8Q-200, EMIF10Q-200, EM8Q-200, EM10Q-200。

## 5. 防止静电放电危害的办法

- 1).在手持设备的结构设计方案中明确设计目标,制定 ESD 防护措施,决定手持设备的 ESD 防护等级;
- 2).最好的总体布局是建立完整的屏蔽体系,因为完整的屏蔽体系使放电电流局限在屏蔽盒的外表面,ESD 电流不会流进电路,所以电路不会受 ESD 侵扰,此办法即可免除繁琐的 ESD 防护技术又可以节省成本;
- 3).屏蔽挡板:当结构上的缝隙或孔洞不可避免时,可施加“屏蔽挡板”;
- 4).实在不能屏蔽的“接口”或“端口”,根据 ESD 的防护等级,ESD 的性质和数据信号的速率,使用 TVS 进行防护;
- 5).各“接口”或“端口”的“地”,一定要以最短的距离和地线层相接,给放电电流提供一条阻抗最低的泄放通路。

## PROTEK 的独家代理商:

中明科技有限公司

电话号码:

香港: 00852-2193 0789/2344 7899

深圳: 0755-8831 2606/8831 2218

北京: 010-6313 2002

上海: 021-6445 9313

杭州: 0571-2886 0518

传真号码:

香港: 00852-2344 0290

深圳: 0755-8831 2238

北京: 010-6313 2003

上海: 021-6433 5926

杭州: 0571-2886 0528

网址: Website: [www.chinamax.com.hk](http://www.chinamax.com.hk)

Email: [cslau@chinamax.com.hk](mailto:cslau@chinamax.com.hk)

[jiangdg@chinamax.com.hk](mailto:jiangdg@chinamax.com.hk)



ProTek 公司產品總代理:

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處: 香港九龍官塘成業街 6 號摩登倉 2 7 0 2 室 電話: +852-2344 7899 傳真: +852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處: 深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話: (0755) 84361080-82 傳真: (0755) 84361086



MAX Bright C & C Company

中明科技有限公司

*(Wholly owned by Chinamax Technologies Limited)*

*A leading TVS Supplier*

---



ProTek 公司產品總代理：

Max Bright C&C Company (中明科技有限公司)

香港辦事處：香港九龍官塘成業街6號摩登倉2702室 電話：+852-2344 7899 傳真：+852-2344 0290

Email ID: [sales@chinamax.com.hk](mailto:sales@chinamax.com.hk)

深圳聯絡處：深圳市福田区华强北路赛格广场 1805B 室

電話：(0755) 84361080-82 傳真：(0755) 84361086