

AN070216

ESD 防静电设计

Rev 1.0 Date: 2008/10/20

文件信息

类别	内容
关键词	NXP ESD 器件、PESD 系列、PRTR 系列、IP 系列
摘要	本文首先分析了 ESD 器件的原理，然后叙述了如何选型，最后给出了大量 ESD 保护器件的应用方案。

技术支持

如果您对文档有所疑问，您可以在办公时间（星期一至星期五上午 8:30~11:50；下午 1:30~5:30；星期六上午 8:30~11:50）拨打技术支持电话或 E-mail 联系。

网 址： www.zlgmcu.com

联系电话： +86 (020) 22644358 22644359 22644360 22644361

E-mail: zlgmcu.support@zlgmcu.com

销售与服务网络

广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4 邮编：510630

电话：(020)38730972 38730976 38730916 38730917 38730977

传真：(020)38730925

网址：<http://www.zlgmcu.com>

广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室

电话：(020)87578634 87569917

传真：(020)87578842

南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 2006 室

电话：(025)83613221 83613271 83603500

传真：(025)83613271

北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座 1207-1208 室（中发电子市场斜对面）

电话：(010)62536178 62536179 82628073

传真：(010)82614433

重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦（赛格电子市场）1611 室

电话：(023)68796438 68796439

传真：(023)68796439

杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号杭州电子科技大楼 502 室

电话：(0571)28139611 28139612 28139613

传真：(0571)28139621

成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码同人港 401 室（磨子桥立交西北角）

电话：(028)85439836 85437446

传真：(028)85437896

深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4 楼 D 室

电话：(0755)83781788（5 线）

传真：(0755)83793285

武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室（华中电脑数码市场）

电话：(027)87168497 87168297 87168397

传真：(027)87163755

上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室

电话：(021)53083452 53083453 53083496

传真：(021)53083491

西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室

电话：(029)87881296 83063000 87881295

传真：(029)87880865

目 录

第 1 章 NXP ESD 基础篇	1
1.1 什么是 ESD	1
1.2 ESD 对电子设备造成的破坏	1
1.3 快用 NXP 的 ESD 保护器件保护您的产品	2
1.4 用变阻器和 ESD 保护器件来保护静电高压脉冲的区别	4
1.5 NXP ESD 保护器件的特性	5
1.6 国际 ESD 标准	5
1.7 ESD 参数名词解释	5
1.7.1 V_C 箝位电压	5
1.7.2 V_{RWM} 反向关断电压	6
1.7.3 P_{PP} 峰值脉冲功率	6
1.8 选择 ESD 保护器件的方法	7
1.9 NXP ESD 保护器件的分类及原理	8
1.9.1 PESD 系列	8
1.9.2 PRTR 系列	9
1.9.3 IP 系列	11
1.9.4 小结	12
1.10 NXP ESD 器件的命名规则	12
1.11 ESD 器件交叉参照选型表	13
第 2 章 NXP ESD 器件应用篇	14
2.1 ESD 器件的保护通道	14
2.2 针对各种应用场合的应用示例	15
2.2.1 USB2.0 的保护 (PRTR5V0U4D 用于双路 USB)	15
2.2.2 SD 卡的保护	15
2.2.3 MMC 多媒体卡的保护	16
2.2.4 DVI/HDMI 的保护	16
2.2.5 独立 Audio/Video 的保护	17
2.2.6 S-Video/Audio 的保护	17
2.2.7 SCART 接头的保护	17
2.2.8 IP 芯片在 SIM 卡保护中的应用	18
2.2.9 IP 芯片在 SD/MMC 多媒体卡保护中的应用	18
2.2.10 汽车 CAN 和 LIN 总线的保护	19
第 3 章 PESD 系列选型指南	20
3.1 ESD 保护——极低容抗 < 25pf	20
3.2 ESD 保护——标准容抗	21
3.3 轨到轨 ESD 保护——极低容抗 < 5pF	22
3.4 EMI 滤波器和 ESD 保护	23
3.5 电平变换、缓冲器和带完整的 ESD 保护的 EMI 滤波器	25
第 4 章 NXP ESD 方案介绍	26
A.1 版本信息	28
A.2 版权声明	28

第 1 章 NXP ESD 基础篇

1.1 什么是 ESD

ESD (ElectroStatic Discharge) 即“静电放电”，是研究静电的产生与衰减、静电放电模型、静电放电效应(如电流热效应(电火花)和电磁效应(电磁干扰 EMI 及电磁兼容性 EMC))的学科。

物质之间相互作用(如摩擦、接触、感应、传导)而引起的物质获得或失去电子，失去电平衡而带电荷，电荷的积累就使得物质表面带上静电，当电荷积累到足够的强度时，电荷将可能泄放，造成其周围的物质被击穿，从而得到新的电平衡。这种静电电荷的快速中和称为静电放电，由于其速率很快，而且在放电时的电阻一般很小，往往会造成瞬时大电流，可能超过 20 安培。这种放电如果经过集成电路，这么大的电流往往会对电路造成损害。

ESD 有多种模型来描述器件如何受到损害：人体模式 (HBM)，器件带电模式 (CDM)，场感应模式等等。下图为 ESD 放电模型图。



图 1.1 ESD 放电模型图

1.2 ESD 对电子设备造成的破坏

ESD 在电子设备中时有发生，在静电放电过程中，将产生潜在的破坏电压、电流和电磁场。ESD 产生强大的尖峰脉冲电流，包含丰富的高频成分，其最高频率甚至可能超过 1GHz。这些高频脉冲使得 PCB 板上的走线变成非常有效的接收天线，使得感应出高电平的噪声。

ESD 对电路的干扰一是静电放电电流直接通过电路造成损害，另一是产生的电磁场通过电容耦合、电感耦合或空间辐射耦合等对电路造成干扰。

ESD 电流产生的场可直接穿透设备，或通过孔洞、缝隙、输入输出电缆等耦合到敏感电路。ESD 电流在系统中流动时，激发路径中所经过的天线，导致产生波长从几厘米到数百米的辐射波，这些辐射能量产生的电磁噪声将损坏电子设备或骚扰它们的运行。

若 ESD 感应的电压或电流超过电路的电平信号，在高阻抗电路中，电流很小，此时电容耦合占主导，ESD 感应电压将影响电路电平信号；在低阻电路中，电感耦合占主导，ESD 电流将导致器件失效。

ESD 的两种主要破坏机制是：

- ① 由于 ESD 电流产生的热量导致器件的热失效；
- ② 由于 ESD 高的电压导致绝缘击穿，造成激发更大的电流，造成进一步的热失效。

ESD 失效可以分为永久失效及暂时失效。如果在静电接触传导放电时产生的电压过高电流过大，有可能会造成器件永久性损坏，如冬天用手接触电路，造成设备损坏而不能继续使用。而在有些情况下，一些较小的电路噪声，导致偶尔出现异常结果，但过后设备并未损坏，这种情况可称为 ESD 暂时失效。下图为因 ESD 损坏的电路板及芯片。

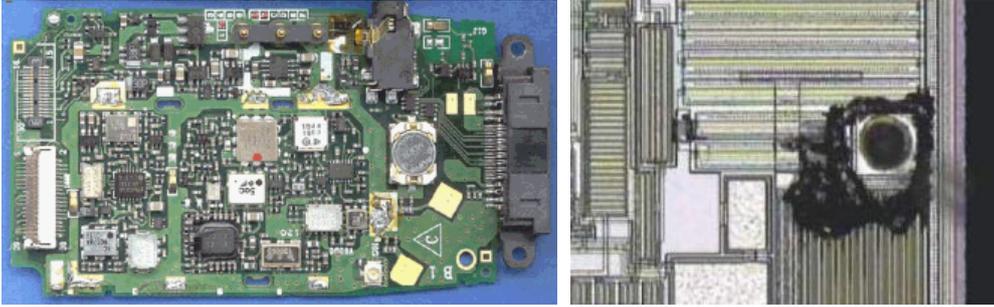


图 1.2 ESD 对电路板及芯片造成的损坏

1.3 快用 NXP 的 ESD 保护器件保护您的产品

许多公司和许多开发人员都遇到过这样的情况：在实验室开发好的产品，测试完全通过，但到了客户手里用了一段时间之后，出现异常现象，甚至是产品失效需要返修，并且故障率往往也不高（1%以下）。但客户还是会抱怨说产品不可靠，对产品的信任度下降。工程师们一般是出现问题之后要绞尽脑汁去分析问题，寻找故障原因，但因为不容易重现故障现象而很难找到确定的原因。所以经常抱怨是所使用器件的品质问题，但是更换器件也未必能最终解决。

一般来说选择优质的器件是可以降低故障率。但是如果在设计阶段没有认真思考对电路进行必要的保护，采用必要的措施来应对未来复杂的应用环境，类似故障还是可能发生，光选择器件而不加保护是无法从根本上解决问题。

只有从思想上对“保护”重视起来，才能真正提高我们产品的品质。许多工程师要么怕麻烦要么想节省成本，对保护器件能不用就不用，造成了外国人对中国产品的整体看法是“质次价廉”。当我们发展到今天，产品都面临更残酷的竞争，要想从市场中脱颖而出，光在功能上下功夫恐怕不够，必须要在性能上下大力气才能长久占领市场高地，甚至从国际市场分得一杯羹。

当我国的工程师们都在设计阶段就开始重视“保护”，增加电路“保护器件”，当我国的老板们不再计较多花一点点成本，而不省略“保护器件”，我国的电子产品将可以和欧美传统列强们媲美了，外国人将看到“质优价廉”的中国产品大行其道。随着“优质”设计经验的积累，我国产品在性能上不断提高，总有一天，我们将超过他们的水平。

下图为国际上对保护器件市场情况的一个统计，可以看出保护器件在电子产品中扮演越来越重要的角色。

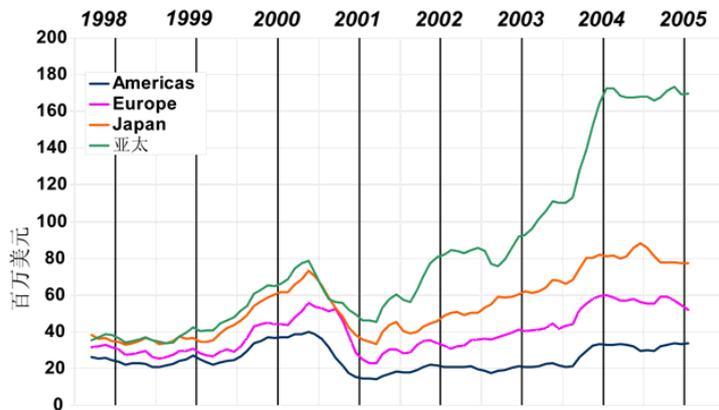


图 1.3 ESD 保护器件的发展趋势

NXP 的 ESD 器件是保护器件中的一种，主要是针对静电放电时保护集成电路而设计。全球每年有 30% 的电子产品的损坏是因为 ESD 的缘故，这些看不见摸不着的静电给广大用户造成了不少的损失。NXP ESD 保护器件可以有效降低静电对电子产品的损坏，为生产者和消费者的利益提供一层可靠的保护。下图演示人体静电对芯片的损坏。



图 1.4 人体静电放电现象

有人可能说，电路保护我有很多种办法，为什么一定要用 ESD 保护器件呢？下面来进行一下对比，您就明白了（如表 1.1 所示）。

1. 普通二极管，只能起到箝制电压的作用，不能响应高达几百兆频率的 ESD 脉冲。
2. 压敏电阻/热敏电阻/PTC，压敏电阻抗一次 ESD 脉冲后特性就会改变，而 ESD 保护器件抗几次也不会改变特性。
3. 很多芯片带有 ESD 保护，但耐压一般不很高，只是对芯片内部起到基本保护，面对外界动辄 10KV/25KV 的 ESD 脉冲，就力不从心了。
4. TVS，TVS 和 ESD 都可以用在芯片的 I/O 口保护上，有些 TVS 也带 ESD 保护功能，但是这两者之间还是有区别的。

表 1.1 ESD 保护器件与 TVS 管的区别

	ESD	TVS
抗击能量	小	大
抗击电压	>10KV 更高	>4KV
响应时间	极快	稍慢
抑制脉冲	极高速	中高速
对线路的容性影响	极低	一般
对高速通信的影响	极低	高
线路中可使用数量	多个	少量
应用场合	抑制静电放电（ESD）脉冲	用于防雷击或开关电时产生的浪涌

注：现在某些公司所出的 TVS 和 ESD 功能合一的器件，既要满足 TVS 的要求，难免在响应速度，容性影响等方面做出些牺牲。

1.4 用变阻器和 ESD 保护器件来保护静电高压脉冲的区别

一般情况下，变阻器对 ESD 脉冲及干扰信号的反映较慢，而且对干扰信号电压的抑制能力较差。从下图可以看出，ESD 保护器件能真正地、很快地过滤掉有害的高压脉冲。



图 1.5 变阻器与 ESD 保护器件的滤波效果

变阻器由于内部的阻容特性，当信号脉冲通过变阻器后，信号的 I-V 曲线明显变化，如下图所示。

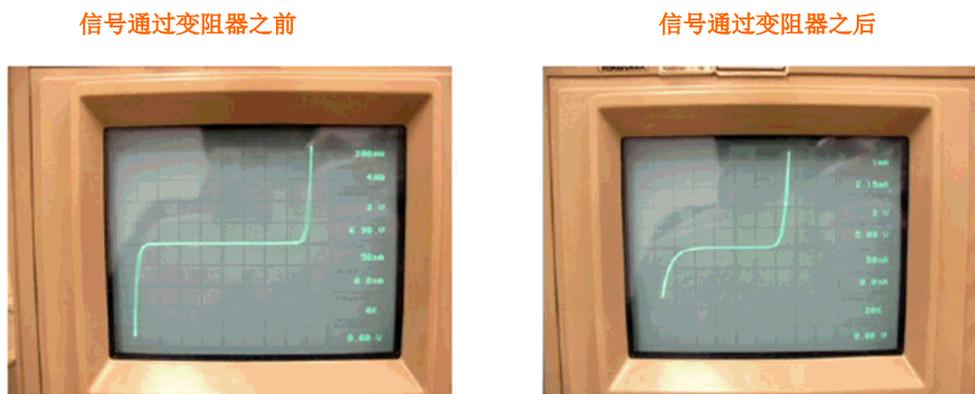


图 1.6 脉冲信号通过变阻器的 I-V 曲线变化

而 ESD 保护器件打过 ESD 后不会改变特性，如下图所示，脉冲信号经过 ESD 器件之后，信号的 I-V 曲线没有改变。

所以原本用变阻器来作 ESD 保护的，应该用专用的 ESD 保护器件来替换。

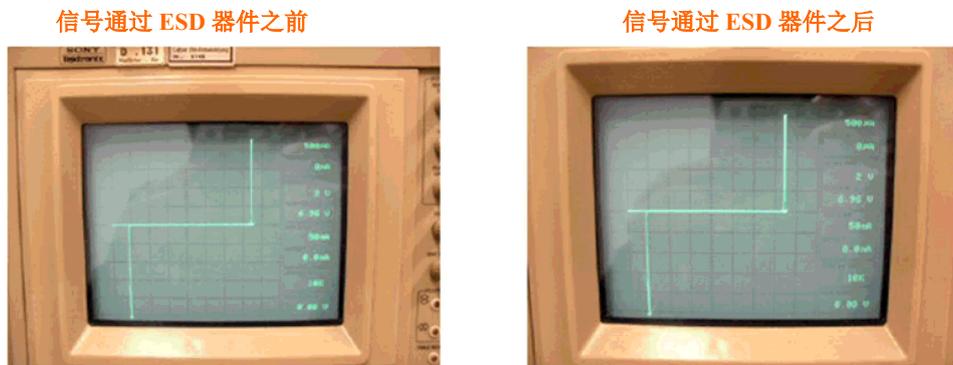


图 1.7 脉冲信号通过变阻器的 I-V 曲线变化

1.5 NXP ESD 保护器件的特性

NXP 的 ESD 保护器件具有如下优秀特性。

- 非常低的箝位电压；
- 非常出色的 ESD 防护能力，高达 30KV；
- 完全符合 IEC61000-4-2, Level 4 标准和 HBM MIL-Std 883, class 3 认证；
- 非常低的结电容，低至 1pF；
- 超低的漏电流，远小于 1 μ A；
- 快速的响应时间，远小于 1ns；
- 无铅超小封装。

1.6 国际 ESD 标准

国际和国内 ESD 标准有很多，ESD 芯片一般参考一下几个标准。

- IEC61000-4-2 (ESD 静电放电)
- HBM MIL-Std.883 (ESD 静电放电)
- IEC61000-4-4 (EFT 快速瞬变脉冲群)
- IEC61000-4-5 (浪涌抗扰度)

1.7 ESD 参数名词解释

ESD 器件应用时需要注意几个关键参数，如下表所示。

表 1.2 ESD 器件关键参数表

符号	中文名称	解释
V_C	箝位电压	脉冲电压通过 ESD 器件后，所达到的电压值
V_{RWM}	反向关断电压	应大于或等于被保护线路的操作电压
$I_R@V_{RWM}$	反向漏电流	应小于电路允许的最大漏电流
P_{PP}	峰值脉冲功率	保护器件能吸收瞬时脉冲的能量，典型值取自 300W 8/20 μ s 脉冲
C_D	结电容	是保护器件的寄生电容，数据率或操作频率越高的线路上使用的 ESD 保护器件的结电容要越低，否则将破坏数据信号。

1.7.1 V_C 箝位电压

V_C 箝位电压指脉冲电压通过 ESD 保护器件后，所被箝位的电压。如 12V 的脉冲信号，经过 PESD5V0L2BT 箝位后，电压降为 5V。

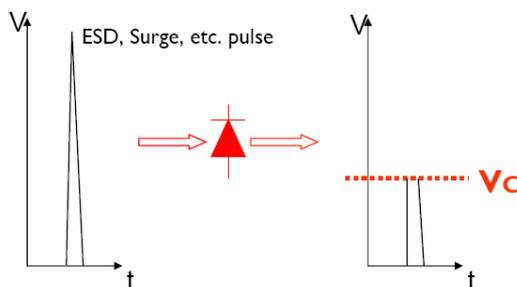


图 1.8 V_C 箝位电压示意图

1.7.2 V_{RWM} 反向关断电压

ESD 保护器件的反向关断电压应大于被保护线路工作电压，如下图所示。

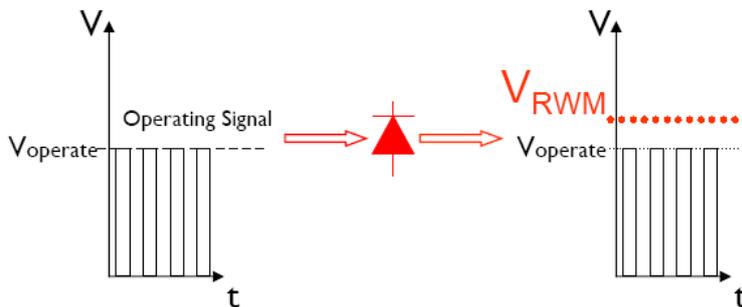


图 1.9 ESD 保护器件的反向关断电压

1.7.3 P_{PP} 峰值脉冲功率

P_{PP} 峰值脉冲功率为 ESD 器件上瞬间通过的功率值，如 $300W@8/20\mu s$ ，在此功率范围内，ESD 保护器件能够正常工作。

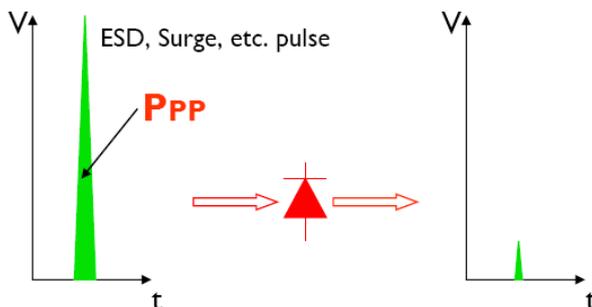


图 1.10 P_{PP} 峰值脉冲功率

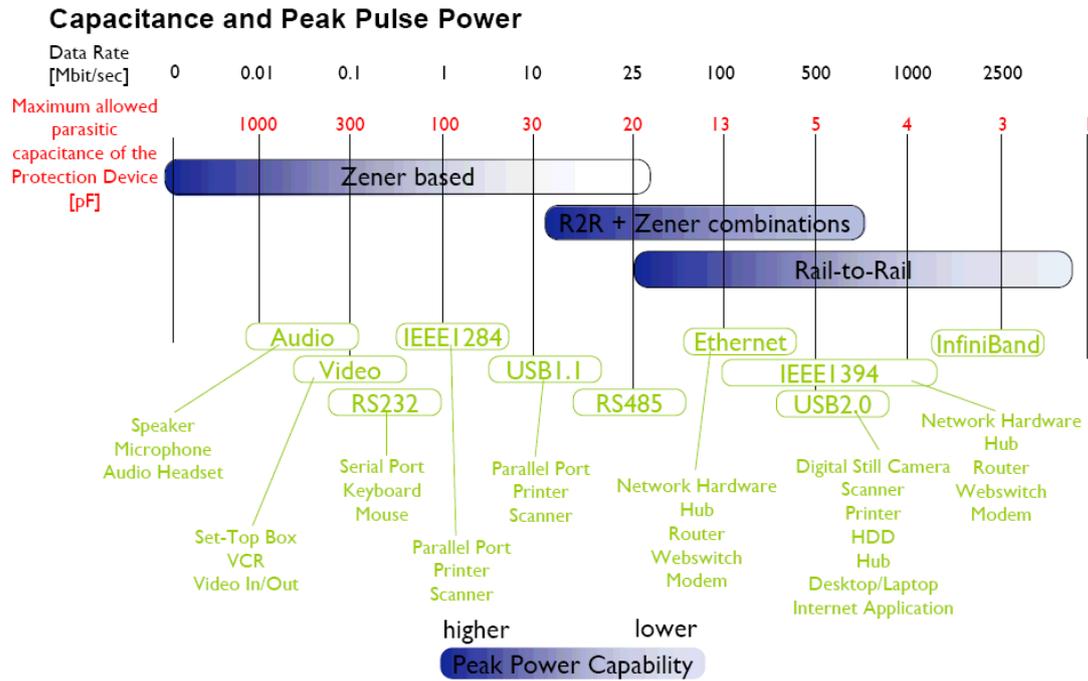
1.8 选择 ESD 保护器件的方法

面对型号如此众多的 ESD 保护器件，该如何选型呢？

一般来说，主要是根据被保护线路的信号速度来考虑，速度越高，需要选择 C_D 越小的器件。再根据信号电压选择合适的 V_{RWM} ，根据极性选择单向还是双向，然后考虑需要抗多高的静电和 P_{PP} 峰值功率。将这些参数结合需要保护的管脚（线路）数量，选择单路或多路的 ESD 型号。

对于多路信号需要保护，如果布线方便，可以使用多路 ESD，如果布线复杂，则组合使用多个，以便更接近被保护管脚。

同时还应注意被保护器件的通信速率，峰值电流等问题，如果被保护器件通信速率很高，则应当选择容抗小的 ESD 保护器件。下图为 ESD 保护器件选型参考图。



注：NXP 目前没有出 Rail-to-Rail 的产品，只有“基于 Zener”和“RTR+Zener 组合”两种。

图 1.11 ESD 保护器件选型参考图

下面是频率和结电容的关系图，从红线可以看出，当频率 > 100MHz 时， C_D 必须 < 10pF！

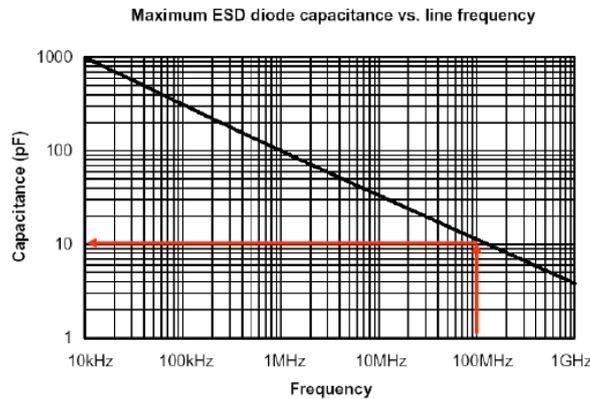


图 1.12 ESD 保护通道通信速率与结电容的关系

1.9 NXP ESD 保护器件的分类及原理

NXP ESD 保护器件分 3 类:

- ① 基于齐纳二极管 (Zener Basic) 的 **PESD 系列**;
- ② 轨到轨 (RTR+Zener 混合) 的 **PRTR 系列**, 此系列不是上图的“Rail-to-Rail 系列”;
- ③ 混合了 EMI 滤波器, 缓冲器, 电平转换等功能的 **IP 系列**。

1.9.1 PESD 系列

PESD 系列是基于齐纳二极管的 ESD 保护器件, 反向起作用。ESD 脉冲反向通过时, 超过 V_{RWM} 的电压被释放掉。PESD 系列分单向和双向两种极性, 对线路如何起到保护作用 and 接法用图例说明。

下图为 PESD 系列单向保护示意图, 当干扰脉冲信号超过 V_{RWM} 时, 超过的部分被释放掉。

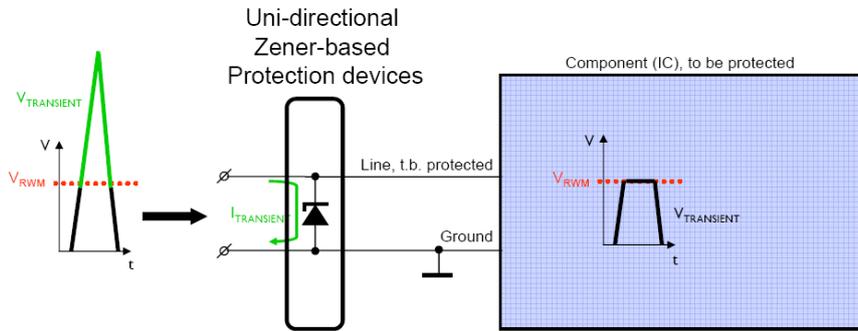


图 1.13 PESD 器件单向保护示意图

单向 PESD 系列的反向端接被保护的线路, 正向端接地。能释放掉反向端输入的超过 V_{RWM} 的正 ESD 脉冲, 使得脉冲高压不能进入到 IC, 从而起到保护 IC 的作用。但是单向 PESD 系列按上面的接法不能保护从正向端输入的负 ESD 脉冲, 如果要释放负 ESD 脉冲, 那么需要反接, 其反向端接地, 正向端接被保护线路, 如下图所示。

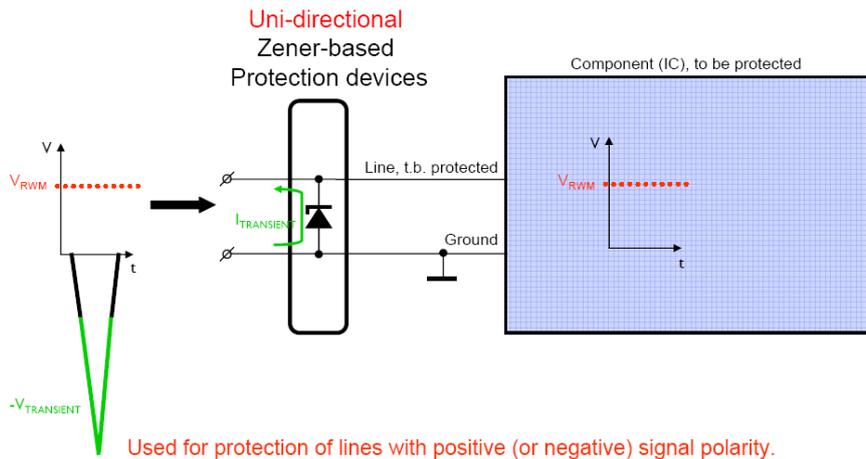


图 1.14 PESD 单向保护器件反接示意图

双向 PESD 系列一端接要保护的线路，一端接地，无论来自反向还是来自正向的 ESD 脉冲均被释放，更有效地保护了 IC。下图为双向 PESD 器件正向保护示意图。

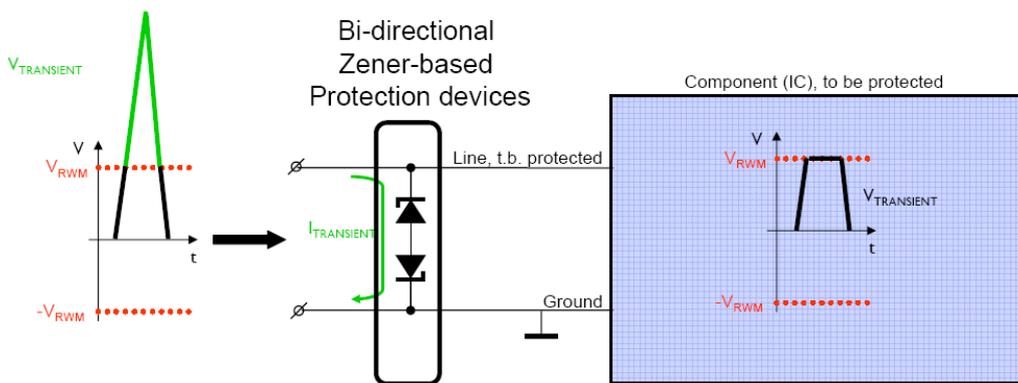


图 1.15 PESD 器件正向保护示意图

下图为双向 PESD 器件反向保护示意图。

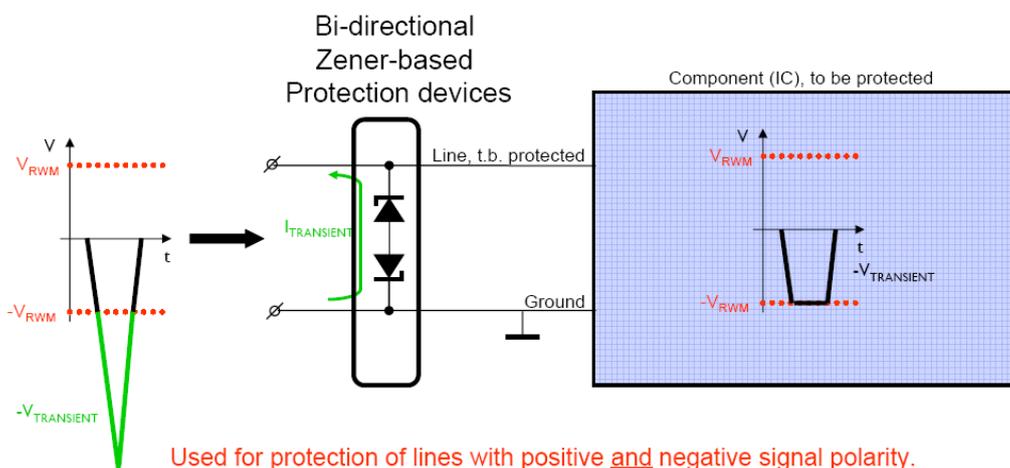


图 1.16 PESD 器件反向保护示意图

那么选择单向还是双向的依据是什么呢？

- 单向 PESD 系列应用于信号对地是正向（或者负向），即单极性的信号；
- 双向 PESD 系列应用于信号既高于又低于地，即双极性的信号，如 RS232、运放等。

1.9.2 PRTR 系列

Rail-to-Rail (RTR) 翻译成“轨到轨”，用两个开关二极管串联，被保护的线路接中间，两端一头接正参考源（如电源），一头接负参考源（如地）。因开关二极管是正向起作用，当被保护的线路上有瞬时高压脉冲进入，正向脉冲会通过接到正参考源的二极管释放，负向脉冲会通过接到负参考源的二极管释放。

轨到轨保护器件的接法：中间接被保护线路， V_{REF1} 接正参考源（一般接电源）， V_{REF2} 接负参考源（一般接地）。因二极管导通压降 0.7V，故信号电压范围被限制在 $V_{REF1}+0.7V \sim V_{REF2}-0.7V$ 之间。RTR 型器件连接方法如下图所示。

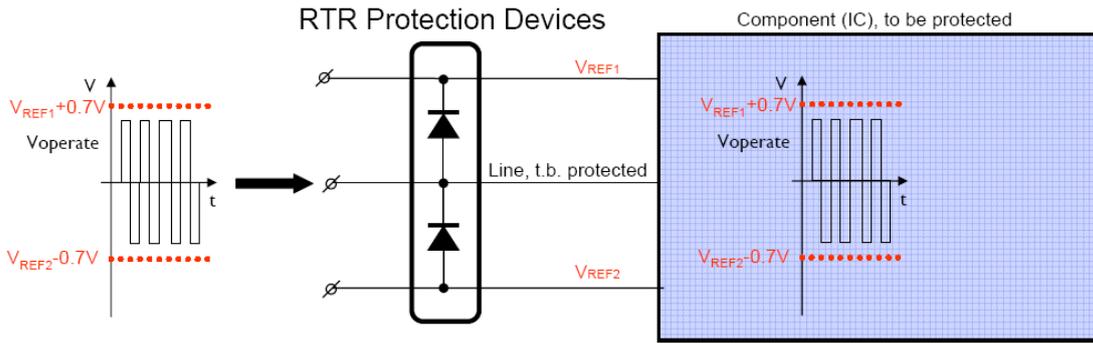


图 1.17 RTR 型器件连接方法

当有正向瞬时脉冲通过被保护线路时，通过接到正参考源的开关二极管将高压释放，使得从线路进入到 IC 的电压在安全范围之内，如下图所示。

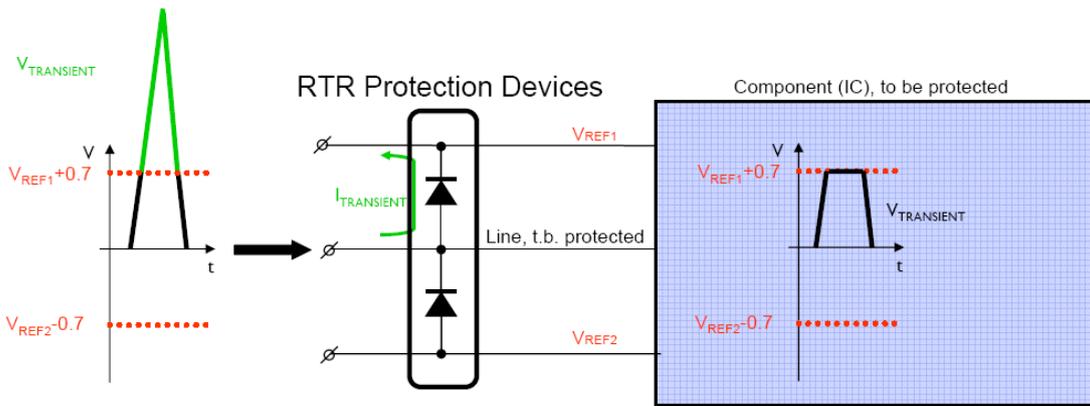


图 1.18 RTR 器件正向保护示意图

当有负向瞬时脉冲通过被保护线路时，通过接到负参考源的开关二极管将高压释放，使得从线路进入到 IC 的电压在安全范围之内，如下图所示。

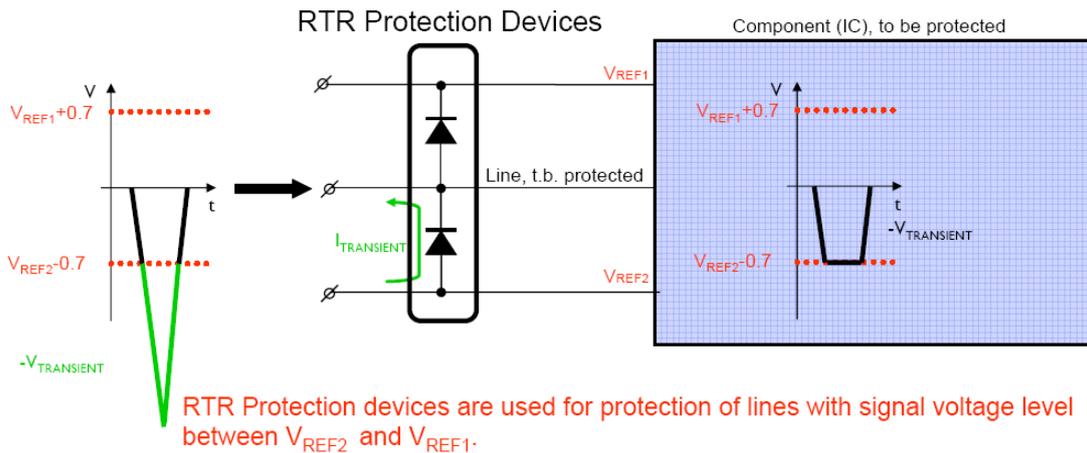


图 1.19 RTR 器件反向保护示意图

但是光“轨到轨”的保护还不完全安全，释放到正参考源上的高压还可能进入到 IC，可能对 IC 造成损坏，因此 NXP 推出的 PRTR 系列在轨到轨开关二极管的基础上，在正向参考源到负向参考源之间增加了一个齐纳二极管，使得超过电源的瞬时脉冲电压能快速释放到地，从而更有效地保护了 IC。NXP 的 PRTR 系列就是“轨到轨”加齐纳二极管的组合保护器件，其内部结构如下图所示。

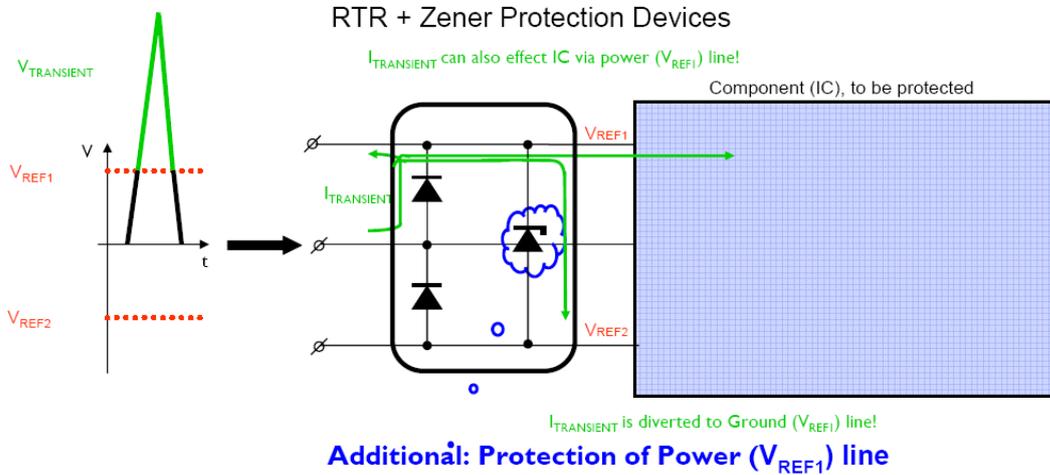


图 1.20 PRTR 器件内部结构图

1.9.3 IP 系列

IP 系列是 NXP 为手持电子设备和消费类电子产品保护高速通讯端口而推出的，不但包含 ESD 保护功能，还集成了 EMI 滤波、电平切换、缓冲等功能。使之满足成本和电路板空间都有苛刻要求的应用，如：手机，VGA，LCD TV，HDMI，USB，音频，视频，TCP/IP，STB，LVDS 等。IP 系列对各种应用有很强的针对性，应用方法非常简单，在应用篇再详细说明。下图为 IP 系列某些器件内部结构示意图。

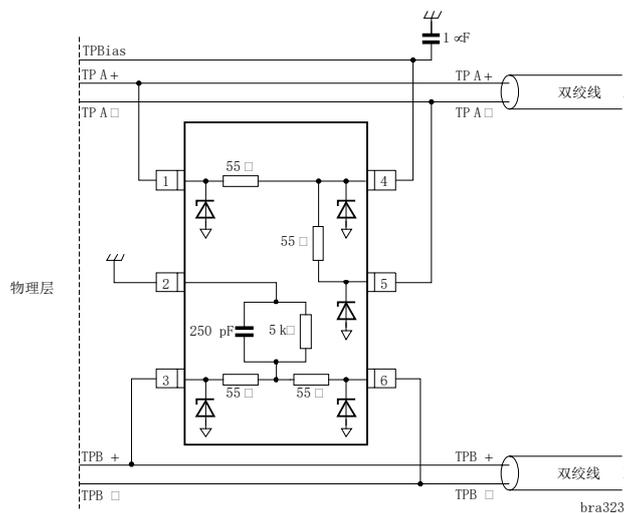


图 1.21 IP 系列内部结构示意图

1.9.4 小结

综上所述，PESD 系列是基于齐纳二极管的，高压脉冲通过反向导通释放掉，从而保护了 IC，其结电容大小划分为：标准 (>50pF)，低 (<=50pF)，很低 (<=20pF)，极低 (<=5pF) 等多个档次，电路信号速度越高需要的结电容越小。其工作电压不可编程，只能按照固定的电压档来选择，只需要一个参考电压（一般是 V_{SS}），价格便宜。通常用于保护 I/O 线路。

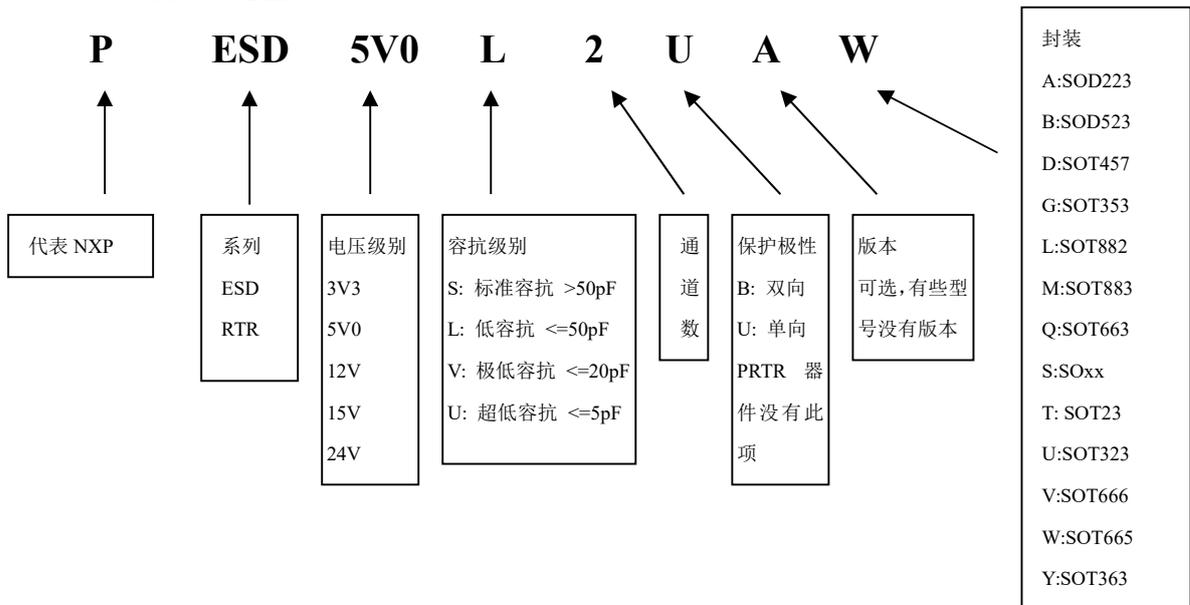
PRTR 系列中有成对的开关二极管，还集成了一个齐纳二极管，是“轨到轨”加上“齐纳二极管”的组合。其结电容一般<10pF，用于高速通讯场合。其工作电压可以编程，需要两个参考源，价格稍贵。一般用于正负电平的数据通讯场合。

IP 系列集成了 ESD、EMI 滤波、缓冲和电平切换等功能，应用于消费电子和手持设备中，有较强的专用性。

虽然 ESD 保护器件中集成的是二极管，但是这些二极管和普通二极管不同，是专门为静电放电的高频高压脉冲而设计的，可响应极高频的脉冲和极高的电平，经过几次 ESD 放电也不会改变性能。而普通二极管是做不到的。

1.10 NXP ESD 器件的命名规则

为了方便客户选型，特给出 NXP ESD 器件命名规则，如下所示。



1.11 ESD 器件交叉参照选型表

NXP 的 ESD 保护器件和其他公司的型号对照选型表如下表所示。

表 1.3 NXP ESD 器件交叉参照选型表

其他公司型号	NXP型号	其他公司型号	NXP型号	其他公司型号	NXP型号
CP05	BZA462A	EMZ6.8N	<i>PESD5V0S2UQ</i>	GSOT12C	PESD12VS2UT
CP12	<i>BZA418A</i>	ESDA14V2L	PESD12VS2UT	GSOT15C	PESD15VS2UT
CP15	BZA418A	ESDA17SC6	BZA418A	GSOT24C	PESD24VS2UT
CP24	<i>BZA420A</i>	ESDA19SC6	BZA420A	HZB5.6MFA	BZA856AL
DF3A3.3FE	<i>PESD3V3S2UQ</i>	ESDA25L	PESD24VS2UT	HZB6.8ZMFA	PESD5V0L4UG
DF3A3.6FE	<i>PESD3V3S2UQ</i>	ESDA5V3L	PESD3V3S2UT	HZM3.3WA	<i>PESD3V3S2UT</i>
DF3A5.6FE	<i>PESD3V3S2UQ</i>	ESDA5V3SC5	<i>BZA456A</i>	HZM4.3FA	<i>BZA456A</i>
DF3A6.2FE	<i>PESD5V0S2UQ</i>	ESDA5V3SC6	BZA456A	HZM5.6ZFA	<i>BZA456A</i>
DF3A6.8FE	<i>PESD5V0S2UQ</i>	ESDA6V1-4BC6	BZA408B	HZM6.2ZMWA	<i>PESD5V2S2UT</i>
DF3A8.2FE	<i>PESD5V0S2UQ</i>	ESDA6V1-5P6	<i>PESD5V0L5UV</i>	HZM6.8MFA	<i>BZA462A</i>
DF5A3.3F	<i>BZA456A</i>	ESDA6V1-5W6	<i>PESD5V0L5UY</i>	HZM6.8MWA	<i>PESD5V2S2UT</i>
DF5A3.3FU	<i>BZA856AL</i>	ESDA6V1B1	<i>PESD5V0L7BS</i>	HZM6.8ZMFA	<i>BZA462A</i>
DF5A3.6FE	<i>BZA956A</i>	ESDA6V1BC6	<i>BZA408B</i>	HZM6.8ZMWA	<i>PESD5V2S2UT</i>
DF5A3.6FU	<i>BZA456A</i>	ESDA6V1L	PESD5V2S2UT	HZM7.5FA	<i>BZA462A</i>
DF5A3.6FE	<i>BZA856AL</i>	ESDA6V1P6	BZA968A	HZN6.8ZMFA	PESD5V0L4UW
DF5A3.6FE	<i>BZA956A</i>	ESDA6V1S3	BZA100	MMBZ10VAL	<i>PESD12VS2UT</i>
DF5A5.6F	BZA456A	ESDA6V1SC5	<i>BZA462A</i>	MMBZ12VAL	<i>PESD12VS2UT</i>
DF5A5.6FU	BZA856AL	ESDA6V1SC6	BZA462A	MMBZ15VAL	PESD12VS2UT
DF5A5.6FE	BZA956A	ESDA6V1U1	<i>PESD5V0L6US</i>	MMBZ15VDL	PESD12VS2UAT
DF5A6.2F	BZA462A	ESDA6V1W5	BZA868AL	MMBZ18VAL	PESD15VS2UT
DF5A6.2FU	BZA862AL	ESDA6V2S6	PESD5V2S18U	MMBZ20VAL	<i>PESD15VS2UT</i>
DF5A6.2JE	BZA962A	ESDALC6V1P6	PESD5V0L4UW	MMBZ27VAL	PESD24VS2UT
DF5A6.2LFU	<i>PESD5V0L4UG</i>	ESDALC6V1W5	PESD5V0L4UG	MMBZ27VCL	PESD24VS2UAT
DF5A6.2LJE	<i>PESD5V0L4UW</i>	FTZ5.6E	BZA456A	MMBZ5V6AL	PESD3V3S2UT
DF5A6.8F	<i>BZA462A</i>	FTZ6.8E	BZA462A	MMBZ6V2AL	<i>PESD5V2S2UT</i>
DF5A6.8FU	BZA868AL	GMDA05-6	<i>PESD5V0L6US</i>	MMBZ6V8AL	PESD5V2S2UT
DF5A6.8FE	BZA968A	GMF05	BZA868AL	MMBZ9V1AL	<i>PESD12VS2UT</i>
DF5A6.8FE	PESD5V0L4UG	GMF05C-HS3	PESD5V0L5UV	MMQA12V	<i>BZA418A</i>
DF5A6.8FE	PESD5V0L4UW	GMF05LC-HS3	PESD5V0L5UV	MMQA13V	<i>BZA418A</i>
DF5A8.2F	<i>BZA462A</i>	GMS05	BZA462A	MMQA15V	<i>BZA418A</i>
DF5A8.2FU	<i>BZA868AL</i>	GSOT03C	PESD3V3S2UT	MMQA18V	BZA418A
DF5A8.2FE	<i>BZA968A</i>	GSOT04C	<i>PESD5V2S2UT</i>	MMQA20V	BZA420A
DF5A8.2LFU	<i>PESD5V0L4UG</i>	GSOT05C	PESD5V2S2UT	MMQA21V	<i>BZA420A</i>
DF5A8.2LJE	<i>PESD5V0L4UW</i>	GSOT05C - HT3	PESD5V0S2UQ	MMQA22V	<i>BZA420A</i>
EMZ6.8E	PESD5V0L4UW	GSOT08C	<i>PESD12VS2UT</i>	MMQA24V	<i>BZA420A</i>
MMQA5V6	BZA456A	PSOT15C	PESD15VS2UT	SMS03	BZA456A
MMQA6V2	BZA462A	PSOT15KCA	PESD12VS2UAT	SMS05	BZA462A
MMQA6V8	<i>BZA462A</i>	PSOT24C	PESD24VS2UT	SMS12	<i>BZA418A</i>
MSQA6V1W5	BZA868AL	RSA 6.1EN	BZA968A	SMS15	BZA418A
NSQA6V8AW5T2	PESD5V0L4UG	RSA 6.1J4	PESD5V0L4UW	SMS24	<i>BZA420A</i>
NZQA5V6AXV5	PESD3V3L4UW	RSB6.8G	<i>PESD5V0S1BA</i>	SMS3.3	BZA456A
NZQA5V6XV5	BZA956A	RSB6.8S	PESD5V0S1BB	SMZ15	PESD12VS2UT
NZQA6V2XV5	<i>BZA962A</i>	SD05C	PESD5V0S1BA	SMZ5.1	PESD3V3S2UT
NZQA6V8AXV5	PESD5V0L4UW	SM03	PESD3V3S2UT	STZ5.6N	<i>PESD3V3S2UT</i>
NZQA6V8XV5	BZA968A	SM05	PESD5V2S2UT	STZ6.2N	<i>PESD3V3S2UT</i>
PACDN042	PESD5V2S2UT	SM12	PESD12VS2UT	STZ6.8N	<i>PESD5V2S2UT</i>
PACDN044Y	BZA462A	SM15	PESD15VS2UT	STZ6.8T	<i>PESD5V0S2UAT</i>
PSD05C	PESD5V0S1BA	SM24	PESD24VS2UT	TDMA05-18	BZA100
PSMDA05-18	BZA100	SMDA05-6	<i>PESD5V0L6US</i>	TSMDA05CM	PESD5V0L7BAS
PSMDA05-6	PESD5V0L6US	SMDA05-6	PESD5V0L6US	UMZ6.8EN	PESD5V0L4UG
PSMF05	PESD5V0L4UG	SMDA05-6R2	<i>PESD5V0L6US</i>	SMF05	BZA868AL
PSMS05	BZA462A	SMDA05-7	PESD5V0L7BS	SMF05C	PESD5V0L5UY
PSMS12	<i>BZA418A</i>	SMDA05C-5	<i>PESD5V0L6US</i>	SMF3.3	PESD3V3L4UG
PSMS15	BZA418A	SMDA05C-7	<i>PESD5V0L7BS</i>	PSOT05C	PESD5V2S2UT
PSMS24	<i>BZA420A</i>	SMDA05CM	PESD5V0L7BS	PSOT08C	<i>PESD12VS2UT</i>
PSOT03C	PESD3V3S2UT	SMDA05CN-5	PESD5V0L6US	PSOT12C	PESD12VS2UT

注：粗体字表示 NXP 准确的替换型号，斜体字表示 NXP 最接近型号。

第 2 章 NXP ESD 器件应用篇

2.1 ESD 器件的保护通道

NXP 的 PESD 系列有单通道和多通道的阵列，应用方面有些不同。

如 PESD5V0S1BL 是单通道的双向保护器件，每个只能保护一路，用法如下图。

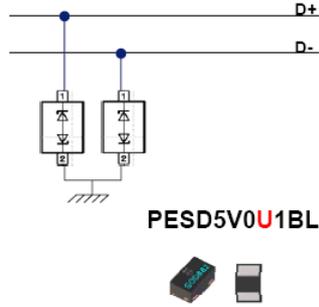


图 2.1 单通道 ESD 保护器件应用示意图

PESD 系列的多通道阵列，可以同时用于多路线路的保护，减少芯片数量，降低成本。如手机中的 SIM 卡的保护。

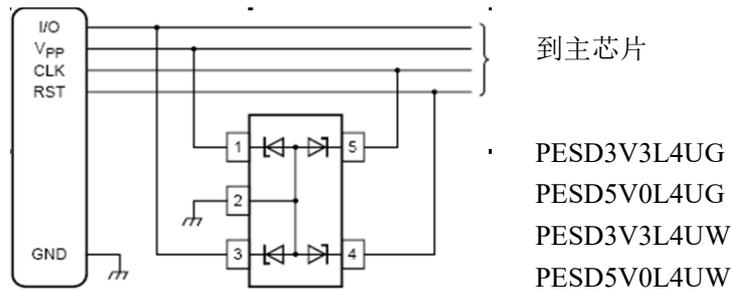


图 2.2 多通道 ESD 保护器件应用示意图

PRTR 系列有极低的线电容，特别适合高速数据通讯的线路保护。比如 PRTR5V0U2X 对 USB2.0 的保护。

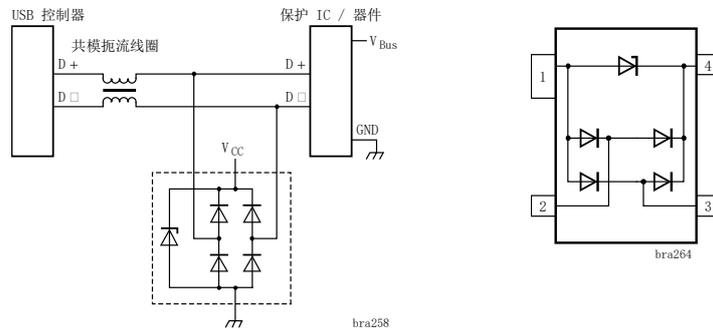


图 2.3 PRTR 系列对 USB2.0 通道的保护

2.2 针对各种应用场合的应用示例

USB1.1、USB2.0、SD 卡、MMC 卡等接口，因为用户使用中经常性热插拔，板上的芯片非常容易受静电影响。这种应用场合不能使用普通的稳压管等信道进行保护，因为稳压管的反映速率太慢、且容性负载较大，会影响信道上的数据通信。NXP 特提供以下方案供客户参考。

2.2.1 USB2.0 的保护（PRTR5V0U4D 用于双路 USB）

下图为 PRTR5V0U4D 在双路 USB 应用中的连接示意图。

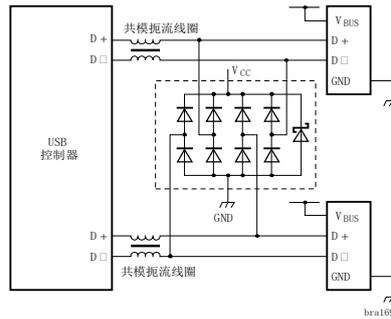


图 2.4 PRTR5V0U4D 在双路 USB 中的应用

2.2.2 SD 卡的保护

下图为 PESD5V0L6AS / PESD5V0L6US 在 SD 卡保护电路中的连接示意图。

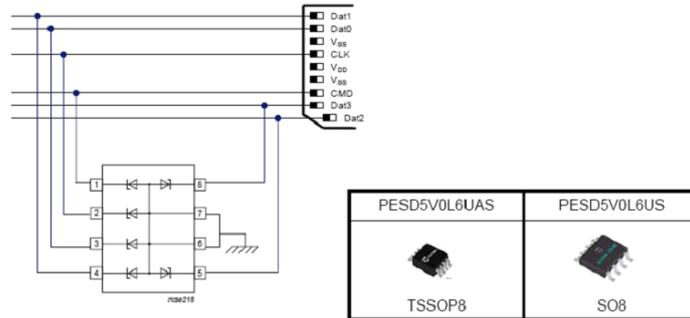


图 2.5 ESD 器件在 SD 卡保护电路中的应用 1

下图为 PESD3V3L4Ux / PESD5V0V4Ux 在 SD 卡保护电路中的连接示意图。

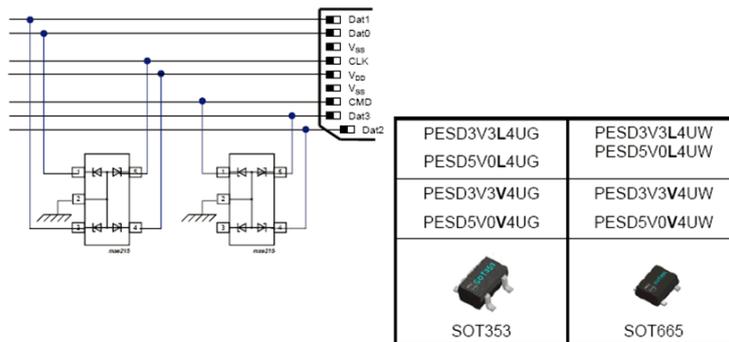


图 2.6 ESD 器件在 SD 卡保护电路中的应用 2

2.2.3 MMC 多媒体卡的保护

下图为 PESD3V3L4U_x / PESD5V0L4U_x / PESD3V3V4U_x / PESD5V0V4U_x 在 MMC 多媒体卡保护电路中的连接示意图。

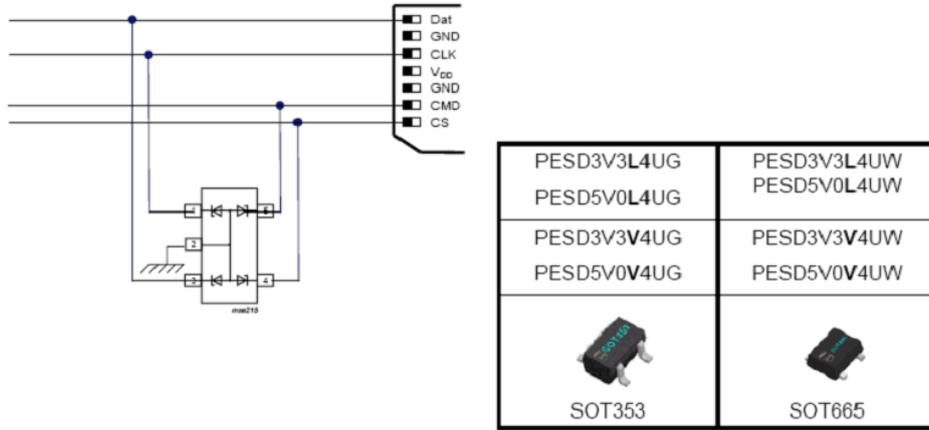


图 2.7 PESD 器件在 MMC 多媒体卡保护电路中的应用

2.2.4 DVI/HDMI 的保护

DVI 和 HDMI 接口已常用于数字视频与音频和显示平板的连接。由于高频信号（最高达 1.6GHz）的处理要求这些数据线配置极低的线路电容。Philips 提供了独特的 1pF 的线路电容保护器件。性能继续维持 8 kV 的可接触的 IEC61000-4-2 标准。下图为 NXP ESD 器件在 DVI / HDMI 接口保护电路中的连接示意图。

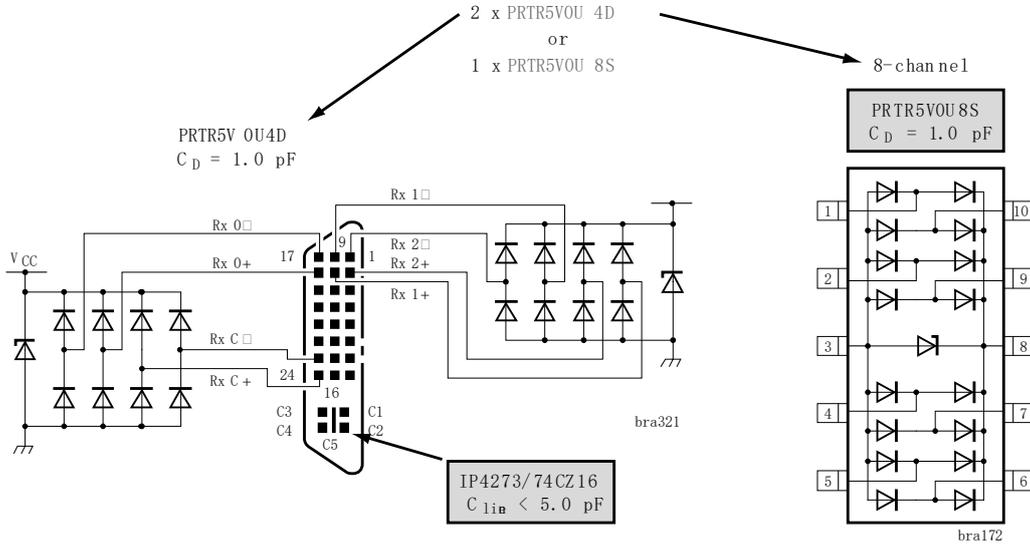


图 2.8 NXP ESD 器件在 DVI / HDMI 接口保护电路中的应用

2.2.5 独立 Audio/Video 的保护

下图为 PRTR5V0U4D / PESD5V0L4Ux 在独立 Audio/Video 接口保护电路中的连接示意图。

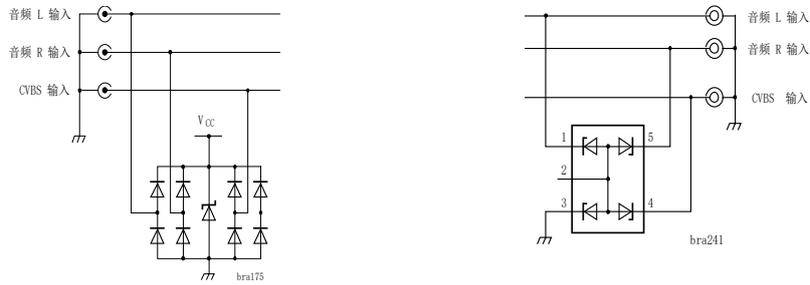


图 2.9 ESD 保护器件在独立 Audio/Video 接口保护电路中的应用

2.2.6 S-Video/Audio 的保护

下图为 PRTR5V0U4D / PESD5V0L5Ux 在 S-Audio/Video 接口保护电路中的连接示意图。

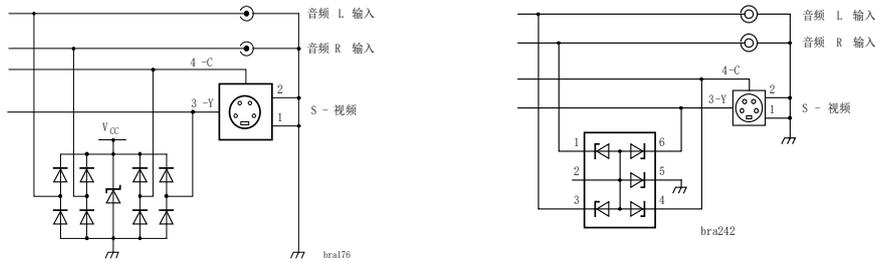


图 2.10 ESD 保护器件在独立 Audio/Video 接口保护电路中的应用

2.2.7 SCART 接头的保护

SCART 接口在电视机到录像机，机顶盒，DVD 录像机和人造卫星接收器的连接中得到了广泛的应用。由于这些应用中使用了敏感的 IC 器件，ESD 保护显得非常重要。尤其是视频和音频信号线。NXP 推荐以下器件供客户参考 PESD5V0L5Ux / PESD5V0L7Bx。

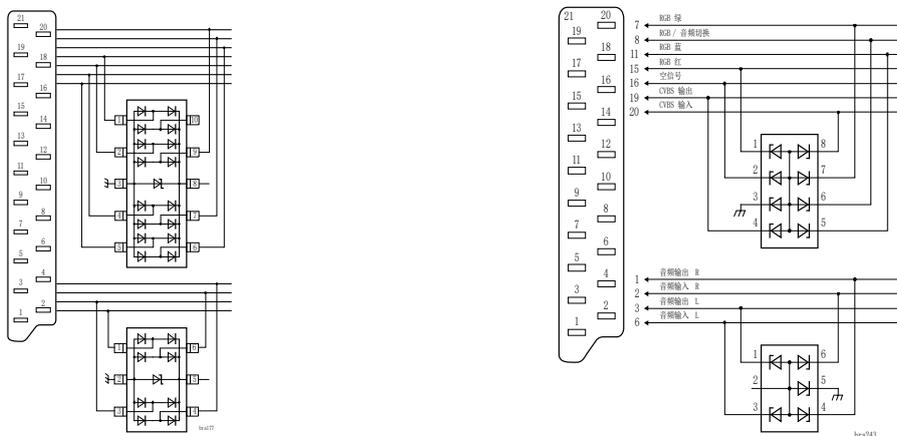


图 2.11 ESD 保护器件在 SCART 接口保护电路中的应用

2.2.8 IP 芯片在 SIM 卡保护中的应用

下图为 IP 系列 ESD 保护器件在 SIM 卡保护电路中的连接示意图。

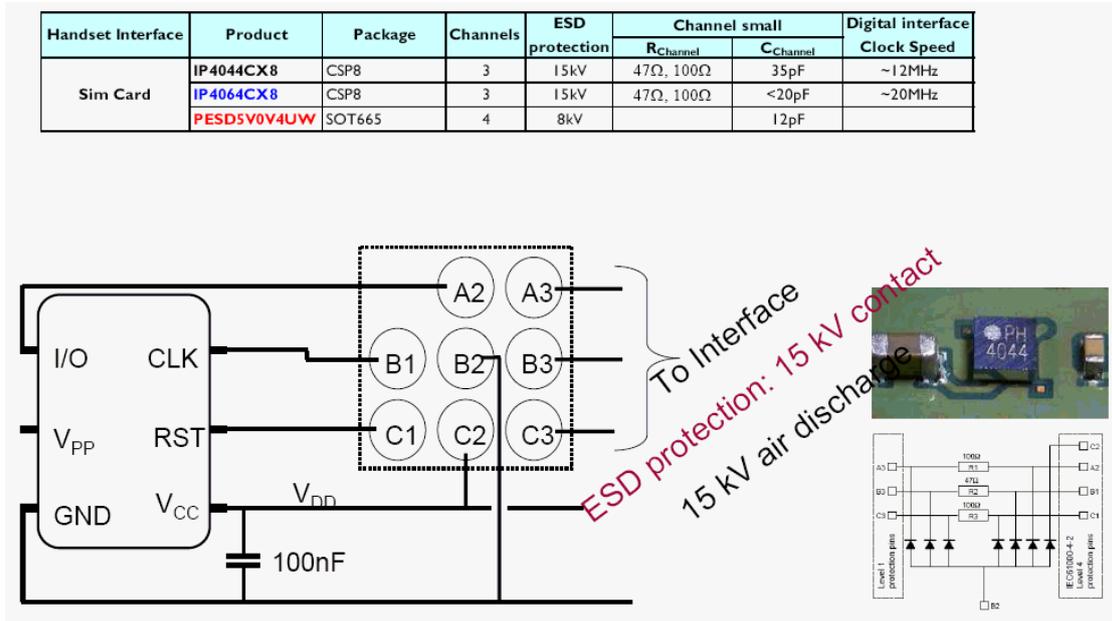


图 2.12 IP 系列器件在 SIM 卡保护电路中的应用

2.2.9 IP 芯片在 SD /MMC 多媒体卡保护中的应用

下图为 IP 系列 ESD 保护器件在 SD/MMC 多媒体卡保护电路中的应用示意图。

SD / TransFlash Memory Card interface: IP4052CX20

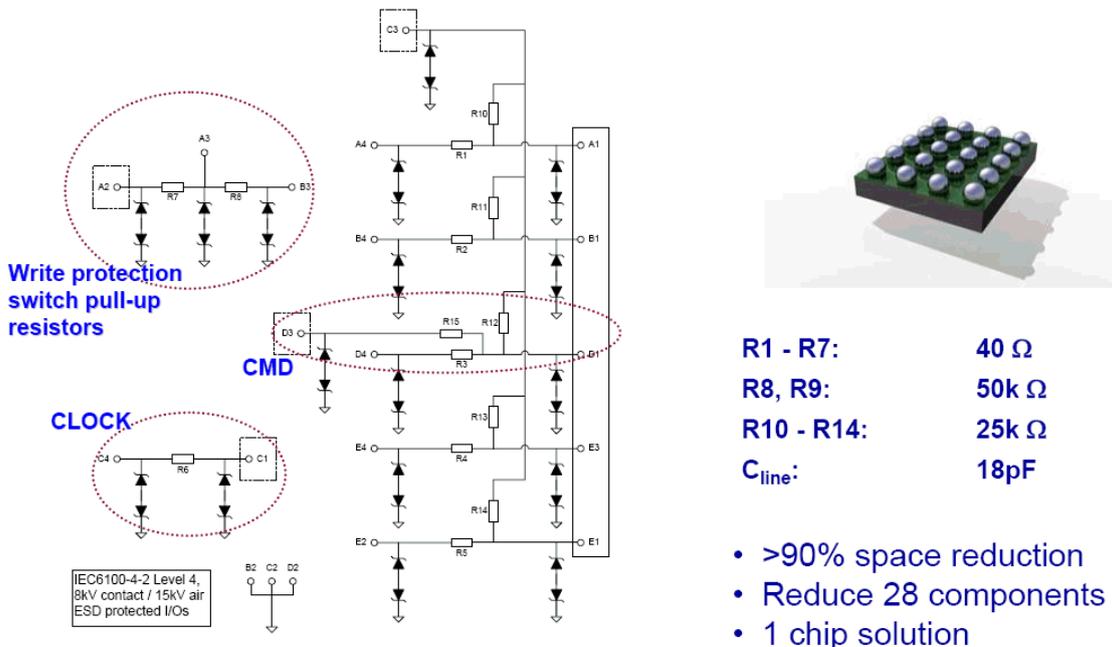


图 2.13 IP 系列器件在 SD/MMC 多媒体卡保护电路中的应用

2.2.10 汽车 CAN 和 LIN 总线的保护

CAN 总线、LIN 总线初期主要应用于汽车电子中，目前两种总线已经广泛应用各种中短距离总线场所，如工控、汽车电子等恶劣环境中。NXP 推荐您在此类接口中加入 ESD 保护器件以增强您的系统的可靠型，推荐连接示意图如下所示。

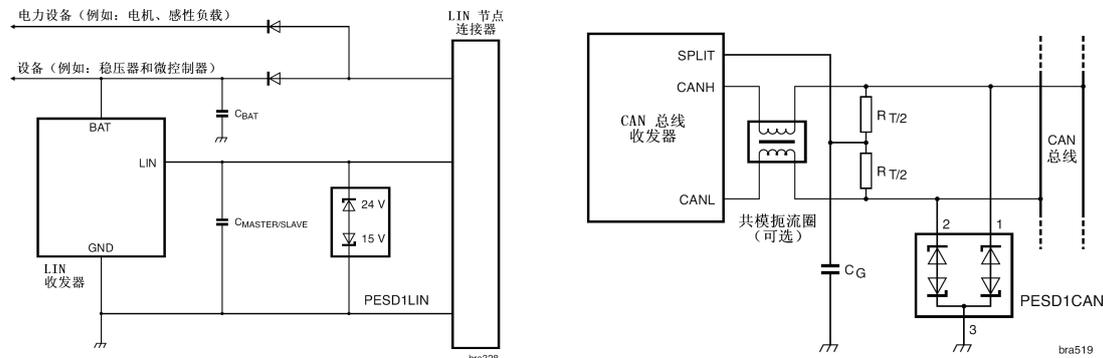


图 2.14 NXP ESD 器件在 CAN bus / LIN bus 中的应用

第3章 PESD系列选型指南

3.1 ESD 保护——极低容抗<25pf

1~16 通道。

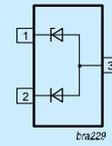
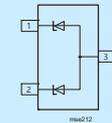
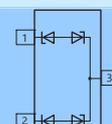
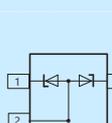
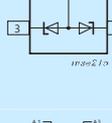
保护线数目		I_{RM} @ V_{RWM} MAX.		C_{line} typ. [pF]	P_{FP}^* max. [W]	ESD rating** Max. [kV]	结构	型号	封装
单向	双向	[uA]	[V]						
1		2	3.3	0.6	80	30		PESD3V3U1UT PESD5V0U1UT PESD12VU1UT PESD15VU1UT PESD24VU1UT	SOT23
		1	5	0.6	80	30			
		0.05	12	0.6	200	30			
		0.05	15	0.6	200	30			
		0.05	24	0.6	200	23			
	1	0.05	15	13	160	23		PESD1LIN	SOD323(SC-101)
2	1	0.3	3.3	22	30	15		PESD3V3L2UM PESD5V0L2UM	SOT883(SC-101)
		0.025	5	16	30	15			
	2	0.05	24	11	200	23		PESD1CAN	SOT23
4	3	0.3	3.3	22	30	20		PESD3V3L4UG PESD3V3L4UG PESD3V3L4UG PESD3V3L4UW PESD3V3L4UW PESD3V3L4UW	SOT353(SC-88A)
		0.025	5	16	30	20			
		0.025	5	12	16	10			
		0.3	3.3	22	30	20			SOT665
		0.025	5	16	30	20			
0.025	5	15	16	10					
	4	0.01	5	16		8		IP4043CX5/LF	5ball CSP
5	4	0.3	3.3	22	25	20		PESD3V3L5UY PESD5V0L5UY PESD3V3L5UV PESD5V0L5UV	SOT363(SC-88)
		0.025	5	16	25	20			SOT666
6	5	0.025	5	16	35	20		PESD5V0L6US PESD5V0L6UAS	SOT96-1(SO8)
		0.025	5	16	35	20			SOT505-1(TSSOP8)
	7	0.025	5	7	35	20		PESD5V0L7BS PESD5V0L7BAS	SOT96-1(SO8)
									SOT505-1(TSSOP8)
16	15	0.01	3	15		15		IP4080CX20/LF	WLCSP

* 符合 IEC61000-4-5 的 8/20vs 占空比脉冲

**符合 IEC61000-4-2 (接触放电)

3.2 ESD 保护——标准容抗

1~18 通道。

保护通道数		I _{RM} @ V _{RWM} MAX.		C _{lim} typ. [pF]	P _{pp} * max. [W]	ESD rating** Max. [kV]	结构	型号	封装					
单向	双向	[uA]	[V]											
1		2	3.3	200	150	30		PESD3V3S1UL PESD5V0S1UL PESD12VS1UL PESD15VS1UL PESD24VS1UL	SOD882					
		1	5	150	150	30		SOD523(SC-79)		PESD3V3S1UB PESD5V0S1UB PESD12VS1UB PESD15VS1UB PESD24VS1UB				
		0.05	12	38	150	30				SOD323(SC-76) SOD523(SC-79) SOD882	PESD5V0S1BA PESD5V0S1BB PESD5V0S1BL			
		0.05	15	32	150	30					SOD323(SC-76)	PESD3V3L1BA PESD5V0L1BA PESD12VL1BA PESD15VL1BA PESD24VL1BA		
		0.05	24	23	150	23						SOT23	PESD3V3S2UAT PESD5V0S2UAT PESD12VS2UAT PESD15VS2UAT PESD24VS2UAT	
		0.05	24	23	160	23			SOT663				PESD3V3S2UAQ PESD5V0S2UAQ PESD12VS2UAQ PESD15VS2UAQ PESD24VS2UAQ	
		2	1	2	3.3	207		330		30		PESD3V3S2UT PESD5V2S2UT PESD12VS2UT PESD15VS2UT PESD24VS2UT	SOT23	
				1	5	152		260	30	SOT23		PESD3V3L2BT PESD5V0L2BT PESD12V L2BT PESD15V L2BT PESD24V L2BT		
				0.05	12	38		180	30			SOT23		BZA456A BZA462A BZA418A BZA420A
				0.05	15	32		150	30					SOT457(SC-74)
0.05	24			23	150	23	SOT353(SC-88A)	BZA856A BZA862A BZA868A BZA820A						
0.05	24			23	160	23		SOT665	BZA856AL BZA862AL BZA868AL BZA956A BZA962A BZA968A					
4	3			2	3	200			8			BZA856A BZA862A BZA868A BZA820A	SOT353(SC-88A)	
				0.7	4	165		8	SOT665			BZA856AL BZA862AL BZA868AL BZA956A BZA962A BZA968A		
				0.075	14	37		8				SOT457(SC-74)		PESD3V3S4UD*** PESD5V0S4UD*** PESD12VS4UD*** PESD15VS4UD*** PESD24VS4UD***
				0.1	15	37		8						SOT665
		0.1	15	37		8	SOT353(SC-88A)	BZA856AL BZA862AL BZA868AL						
		0.01	15	37		8		SOT665			BZA856AL BZA862AL BZA868AL			
		5	4	2.2	3.3	215	200		30			PESD3V3S5UD PESD5V0S5UD PESD12VS5UD	SOT457(SC-74)	
				0.15	5	158	200	30	SOT665			BZA856A BZA862A BZA868A		
				0.01	12	73	200	30				SOT457(SC-74)		BZA856AL BZA862AL BZA868AL
				0.01	15	61	200	30						SOT665
0.01	24			45	200	23	SOT353(SC-88A)	BZA856AL BZA862AL BZA868AL						
0.01	24			45	200	23		SOT665		BZA856A BZA862A BZA868A				
4				0.01	3.3	30			15			IP4042CX5/LF	5 ball CSP	
				0.01	5	48		15	SOT457(SC-74)			BZA408B		
				2.2	3.3	215	200	30				SOT457(SC-74)		PESD3V3S5UD PESD5V0S5UD PESD12VS5UD
				0.15	5	158	200	30						SOT665
		0.01	12	73	200	30	SOT457(SC-74)	BZA856AL BZA862AL BZA868AL						
		0.01	15	61	200	30		SOT665			BZA856A BZA862A BZA868A			
		0.01	24	45	200	23			SOT353(SC-88A)		BZA856AL BZA862AL BZA868AL			

保护通道数		I _{RM} @ V _{RWM} MAX.		C _{line} typ. [pF]	P _{PP} * max. [W]	ESD rating** Max. [kV]	结构	型号	封装
单向	双向	[uA]	[V]						
		0.01 0.01	15 24	61 45	200 200	30 23		PESD15VS5UD PESD24VS5UD	
18	17	1	5.2	100	100	8		BZA100 PESD5V2S18U	SOT163(SO20) SOT339-1 (SSOP20)

* 8/20us 占空比脉冲符合 IEC61000-4-5 标准

**符合 IEC61000-4-2 (接触放电)

研制中

3.3 轨到轨 ESD 保护——极低容抗<5pF

2~8 通道。

保护通道数	I _{RM} @ V _{RWM} MAX.		C _{line} typ. [pF]	PPP* max. [W]	ESD rating** Max. [kV]	结构	型号
	[uA]	[V]					
2	0.1	3	1	8		PRTR5V0U2X	SOT143
	0.1	3	1.8	12		PRTR5V0U2AX	
3	0.1	3	4	8		IP4059CX5/LF	5ball CSP
4	0.1	3	1	8		PRTR5V0U4D	SOT457(SC-74)
6	0.1	3	1	8		PRTR5V0U6S	SOT96-1(SO8)
	0.1	3	1	8		PRTR5V0U6AS	
7	0.1	3	4	8		IP4067CX9/LF	9ball CSP
8	0.1	3	1	8		PRTR5V0U8S	SOT552-1(TSSOP10)

**符合 IEC61000-4-2 (接触放电)

3.4 EMI 滤波器和 ESD 保护

手机应用。

基带接口	通道数	线性小信号等效参数		数字端口 时钟频率	备注	型号	封装
		R_{line}	C_{line}				
电池反接	1	—	240pF	—	过压和电池反接保护	IP4085CX5/LF	5ball CSP
音频	2	0.9Ω	290pF	—	低电阻 (<~8Ω) 的扬声器	IP4047CX6/LF	6ball CSP
	2	10Ω	200pF	—	高电阻 (>~8Ω) 扬声器	IP4048CX5/LF	5ball CSP
	2	68Ω	110pF	—	差分传声器	IP4049CX5/LF	5ball CSP
	2	470Ω	35pF	—	差分传声器	IP4055CX5/LF	5ball CSP
USB	2	33Ω/1.5kΩ	35pF	~5.5MHZ	高度集成的 USB2.0 接口(低/高速), 含 EMI 滤波器,ESD 保护, 上拉电阻和匹配于 Philips ISP110, ISP130x, ISP136x 的阻抗,	IP4058CX8/LF	8ball CSP
	2	33Ω	35pF	~5.5MHZ	高度集成的 USB2.0 接口(低/高速), 含 EMI 滤波器,ESD 保护和与 Philips ISP1110 匹配的阻抗,	IP4078CX6/LF	6ball CSP
	3	—	3pF	~240MHZ	基于 PhilipsISP176x 和 ISP1504 的 USB2.0 的高速 ESD 保护	IP4059CX5/LF	ball CSP
SIM 卡	3	47Ω/100Ω	35	~12MHZ	EMI 滤波器, ESD 保护	IP4044CX8/LF	8ball CSP
	3	47Ω/100Ω	<20pF	~20MHZ	EMI 滤波器, ESD 保护	IP4064CX8/LF	8ball CSP
底部连接器	6	100Ω	60pF	~20MHZ	EMI 滤波器, ESD 保护	IP4053CX15/LF	15ball CSP
	6	100Ω	30pF	~40MHZ	EMI 滤波器, ESD 保护,+4 独立保护二极管	IP4153CX15/LF	15ball CSP
存储卡	4	47Ω/13kΩ/56kΩ	25pF	-	MMC ESD 保护, 上拉电阻	IP4051CX11/LF	11ball CSP
	4	50Ω/75kΩ/7kΩ	18pF	~25MHZ	高速 MMC ESD 保护, 上拉电阻	IP4060CX16/LF	16ball CSP

	7	40Ω/50Ω/25kΩ	18PF	~20MHZ	SD-Card ESD 保护, EMI 滤波器, 上拉电 阻	IP4052CX20/LF	20ball CSP
	7	—	5pF	~24MHZ	内存条正面 ESD 保 护	IP4067CX9/LF	9ball CSP
LCD 显 示	8	100Ω	50pF	~25MHZ	EMI 滤波器, ESD 保 护	IP4088CX20/LF*	20ball CSP
	10	80Ω	40pF	~30MHZ	EMI 滤波器, ESD 保 护	IP4033CX25/LF	25ball CSP
	10	84Ω	14pF	~40MHZ	EMI 滤波器, ESD 保 护	IP4040CX25/LF	25ball CSP
	10	200Ω	50pF	~20MHZ	EMI 滤波器, ESD 保 护	IP4041CX25/LF	25ball CSP
键区	10	1Ω	50pF	<1MHZ	EMI 滤波器, ESD 保 护	IP4035CX24/LF	24ball CSP

*研制中

3.5 电平变换、缓冲器和带完整的 ESD 保护的 EMI 滤波器

计算类和消费类电子上的应用。

接口	通道数	同步缓冲器	电平转换	C_{line}	电阻	备注	型号	封装
VGA	7	—	—	5pF	75Ω 2.2kΩ 33Ω	75Ω输出阻抗 EMI 滤波器	IP4271CZ20*	TSSOP20 (MO-153)
	7	—	—	5pF	75Ω	75Ω输出阻抗 EMI 滤波器	IP4272CZ20*	TSSOP20 (MO-153)
	7	—	—	5pF	75Ω 2.2kΩ 33Ω	75Ω输出阻抗 EMI 滤波器	IP4273CZ16*	SO16 (MS-012)
	7	—	—	5pF	75Ω	75Ω输出阻抗 EMI 滤波器	IP4274CZ16*	SO16 (MS-012)
	7	Yes	Yes	5pF	55Ω	同步缓冲器 DDC 电平转换器	IP4770CZ16*	SSOP16
	7	Yes	Yes	5pF	65Ω	同步缓冲器 DDC 电平转换器	IP4771CZ16*	SSOP16
	7	Yes	Yes	5pF	10Ω	同步缓冲器 DDC 电平转换器	IP4772CZ16*	SSOP16
IEEE1394	4	—	—	5pF	55Ω	普通模式 的滤波器	IP4224CZ6	SOT457 (SC-74)
LVDS	10	—	—	5pF	100Ω	100Ω 输出阻抗	IP4263CZ14*	SO14 (SC-012)
USB2.0	2	—	—	1pF	—	ESD 保护	PRTR5V0U2X	SOT143
	4	—	—	1pF	—	ESD 保护	IP4220CZ6	SOT457 (SC-74)
	4	—	—	4pF	—	EMI 滤波器 ESD 保护	IP4225CZ10	SOT457 (SC-74)
HDMI	4	—	—	1pF	—	ESD 保护	PRTR5V0U4D	SOT457 (SC-74)
	8	—	—	1pF	—	ESD 保护	PRTR5V0U8S	TSSOP10
	8	—	Yes	0.7pF	—	电平转换 ESD 保护	IP4776CZ38	TSSOP38

*研制中

第 4 章 NXP ESD 方案介绍

下图为 NXP ESD 保护器件在手机中的应用示意图。

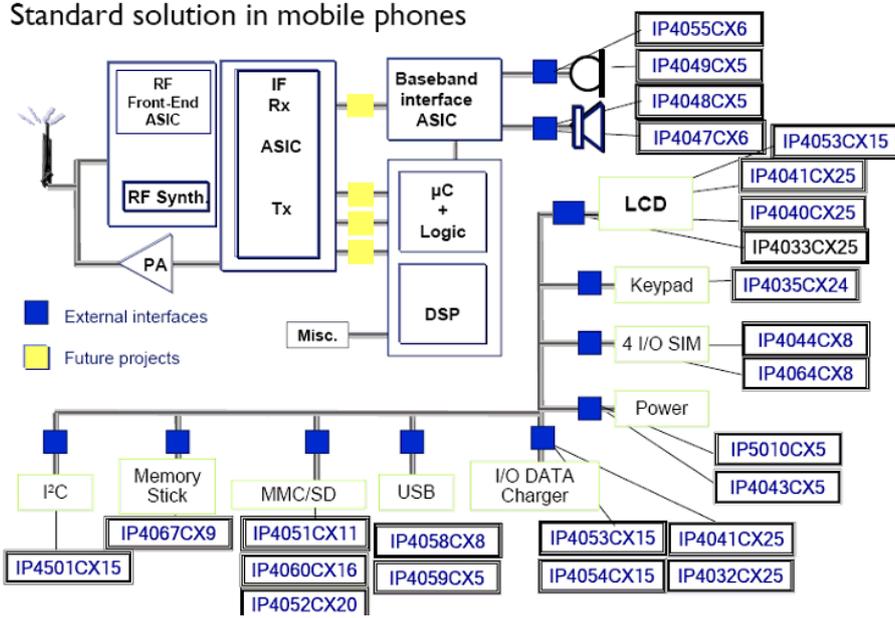


图 4.1 NXP ESD 保护器件在手机中的应用

下图为 ESD 器件在 PC / 便携式电脑中的应用示意图。

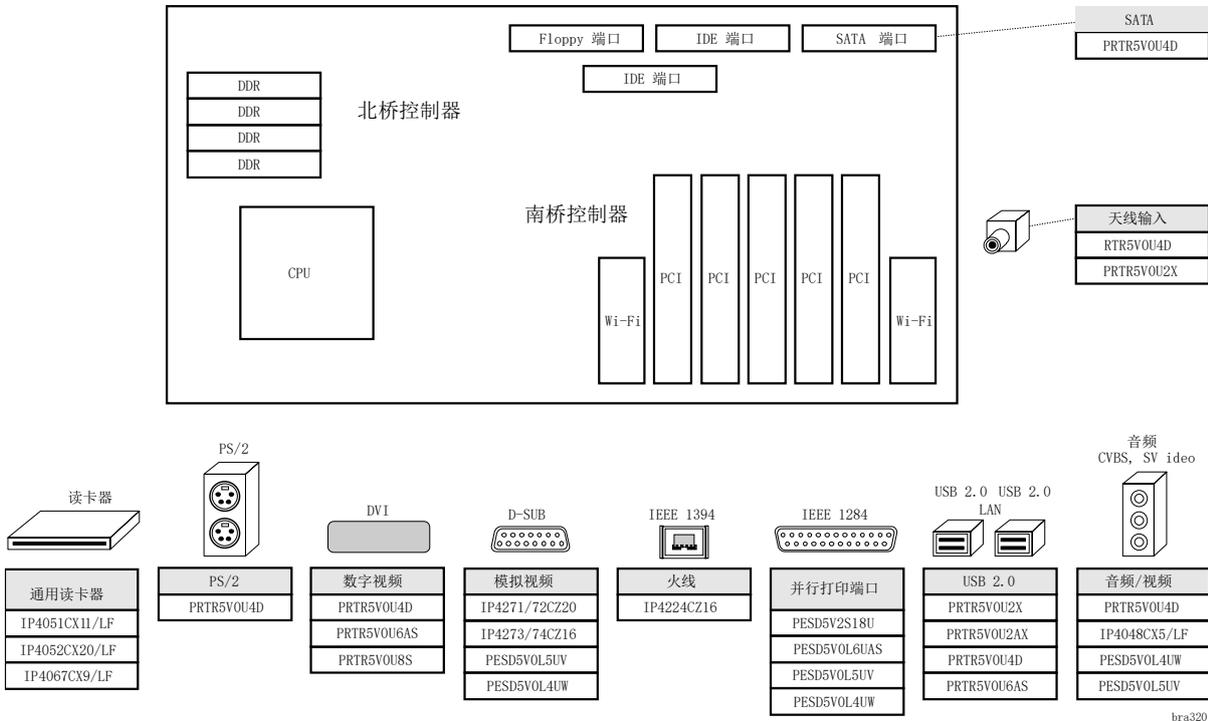


图 4.2 ESD 器件在 PC/便携式电脑中的应用

下图 ESD 在 LCD 监视器/放映机中的应用示意图。

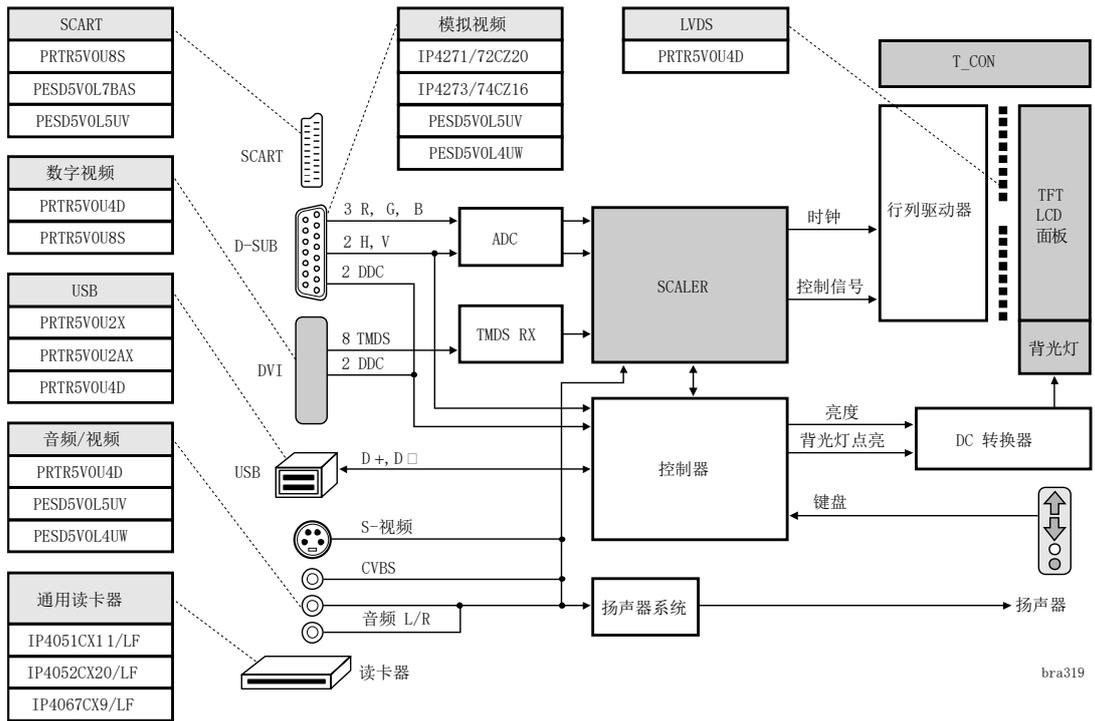


图 4.3 ESD 在 LCD 监视器 / 放映机中的应用

A.1 版本信息

修订版本	修订日期	描述
Rev 1.0	2008 年 10 月 20 日	原始版本

A.2 版权声明

广州周立功单片机发展有限公司随附提供的软件或文档资料旨在提供给您（本公司的客户）使用，仅限于且只能在本公司制造或销售的产品上使用。

该软件或文档资料为本公司和/或其供应商所有，并受适用的版权法保护。版权所有。如有违反，将面临相关适用法律的刑事制裁，并承担违背此许可的条款和条件的民事责任。

本公司保留在不通知读者的情况下，修改文档或软件相关内容的权利，对于使用中所出现的任何效果，本公司不承担任何责任。

该软件或文档资料“按现状”提供。不提供保证，无论是明示的、暗示的还是法定的保证。这些保证包括（但不限于）对出于某一特定目的应用此软件的适销性和适用性默示的保证。在任何情况下，公司不会对任何原因造成的特别的、偶然的或间接的损害负责。