

1. MiniARM 工控核心板浅谈 ESD(下)-常见接口 ESD 保护设计

在阅读完前面两篇文章之后，相信细心的读者们对什么是 ESD 及 ESD 保护器件的工作原理和选型方法已有了不小的收获。本章节，我们就一起来看一看 MiniARM 工控核心板的常见接口电路是如何进行 ESD 保护设计的吧。

1.1 RS-485 接口 ESD 保护电路

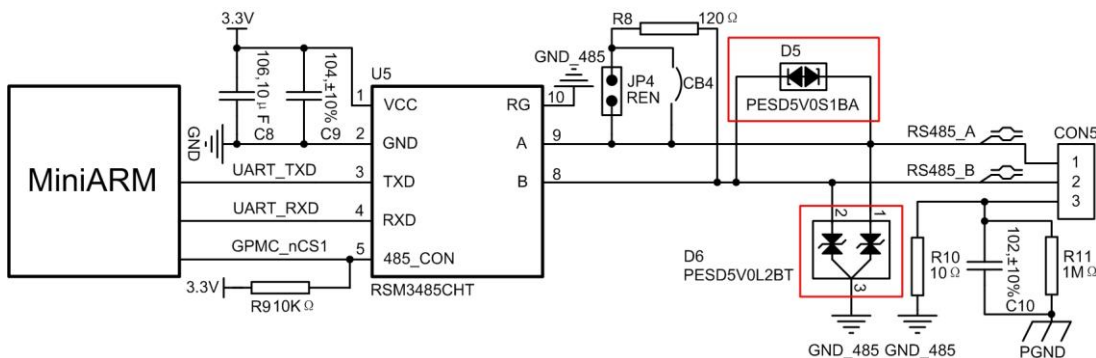


图 1.1 RS-485 接口 ESD 保护电路

图 1.1 所示的 RS-485 接口电路采用了隔离收发器模块：RSM3485CHT，简化了电路的设计，此外内置可选 120Ω 终端电阻 R8（建议使用 1206 封装），可通过短路焊接 CB4 或者使用短路冒短路 JP4 来选择使用。使用原则：不管 RS-485 网络处于静态或动态情况，都必须保证 AB 线差分电压不在 $\pm 200\text{mV}$ 之间，否则会出现数据通信错误的现象。

RS-485 接收器共模电压范围为在 $-7 \sim +12\text{V}$ 之间，只有满足上述条件，整个网络才能够正常的工作。为消除地环路电势差对通讯链路产生的共模干扰，电路除了使用一对双绞线作为 RS-485 的正负信号线之外，还增加了一根线将两边 RS-485 接口的信号地互连起来，中间串联的限流 10Ω 电阻 R10 用来减少这个地环路。

RS-485 在组网运行过程中，各节点均可能遭受到浪涌、群脉冲、雷击、静电等外界恶劣环境的冲击而损坏，因此有必要在电路中加入一定数量的 ESD 保护器件来增强节点的抗静电能力。这里以 RS-485 接口 ESD 保护电路为例，介绍 ESD 保护器件的选型方法：

1. 根据极性选择单向还是双向。单向应用于单极性的信号，双向应用于双极性的信号；
2. 根据被保护线路的数据率来考虑，数据率越高，线路上使用的 ESD 保护器件的结电容 C_d 要越小，否则将破坏数据信号；
3. 根据信号电压选择合适的反向关断电压 V_{RWM} ；反向关断电压应选择大于或等于被保护线路的操作电压的才合理；
4. 根据需要抗多高的静电和 P_{PP} 峰值功率，并结合需要保护的管脚（线路）数量，选择单路或多路的 ESD 型号。

考虑外界静电等干扰可能出现的负压情况，这里 D6 极性选择双向的，无论来自正向还是来自反向的 ESD 脉冲均被释放；由于 RS-485 正逻辑范围在 $(+200\text{mV}) \sim (+6\text{V})$ 之间，负逻辑范围在 $(-200\text{mV}) \sim (-6\text{V})$ 之间，这里在 A、B 线之间选择反向关断电压为 5V 的 PESD5V0S1BA 器件符合电路要求；D5 和 D6 的 ESD 防护能力高达 20KV 以上，D5 典型结电容 C_D 为 35pF，峰值功率 P_{PP} 为 130W，D6 电容 C_D 为 75pF，峰值功率 P_{PP} 为 350W，显然这些参数数符合 RS-485 接口 ESD 保护电路设计要求的。

1.2 CAN-Bus 接口 ESD 保护电路

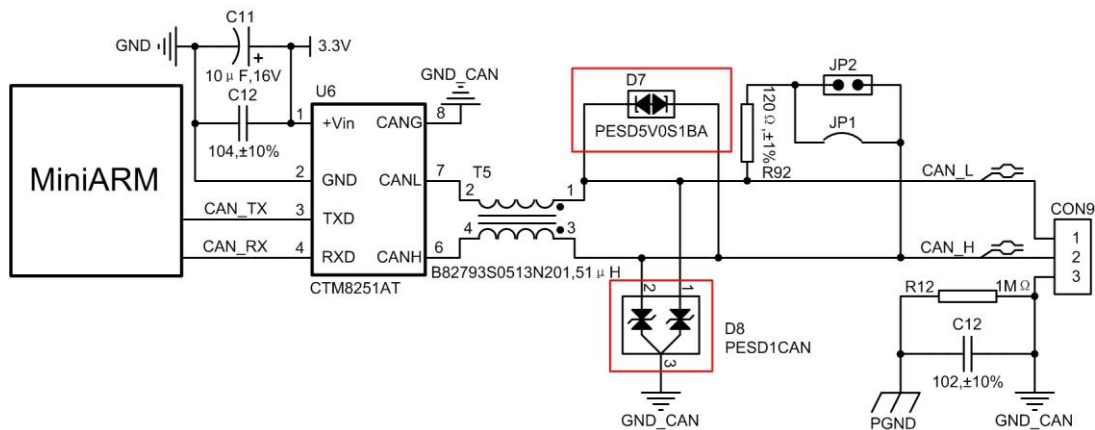


图 1.2 CAN 接口 ESD 保护电路

CAN 接口 ESD 保护电路如图 1.2 所示，图中采用了一体化集成器件 CTM8251AT，该芯片内部集成了 CAN 隔离及 CAN 收、发器件，主要功能是将 CAN 控制器的逻辑电平转换为 CAN 总线的差分电平且具有 DC 2500V 的隔离功能。T5 为共模电感，可将通信电路中公共信号滤除。由于工业现场环境一般都比较恶劣，通信线路可能受到浪涌、群脉冲、雷击、静电等干扰信号的冲击，因此在此类接口电路中加入 ESD 保护器件 D7、D8，可为数据的传输操作提供强有力的静电保护。

1.3 双路 USB 接口 ESD 保护电路

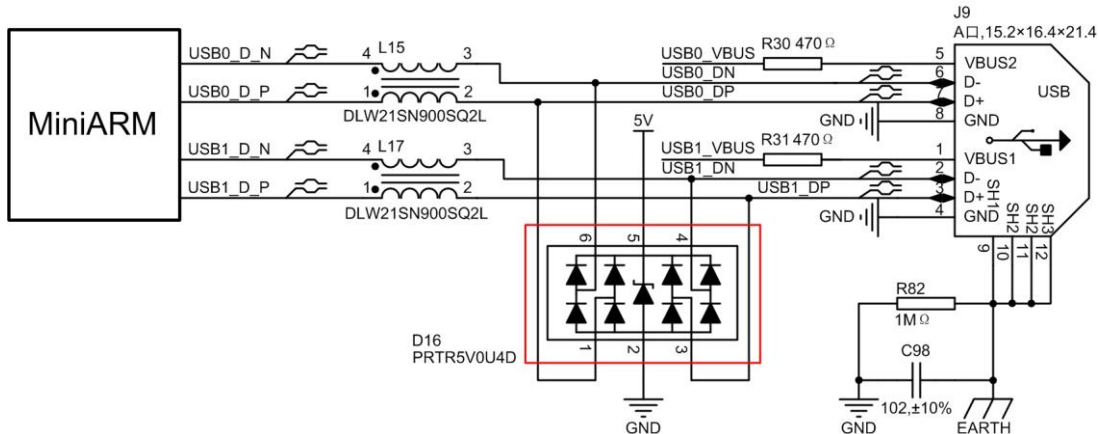


图 1.3 USB 接口 ESD 保护电路

USB 接口 ESD 保护电路如图 1.3 所示。USB 在使用过程中由于需要经常性热插拔，人为的接触放电（可达±5KV）、空气放电（可达到±10KV）均有可能使板上的芯片受到破坏性的损坏。这种场合不能使用普通的稳压管对信道进行保护，这是因为稳压管的反映速率相对较慢、且容性负载比较大，会影响信道上的数据通信。由上两节的学习读者应该了解到，根据 USB 的通讯速率，USB1.1 的 ESD 保护器件的寄生电容不应大于 30pF，USB2.0 的 ESD 保护器件寄生电容不应大于 5pF。图 1.3 所示为 PRTR5V0U4D 在双路 USB2.0 电路中的应用，该器件主要参数：寄生电容达到 1pF，静电防护能力高达 8KV 以上，箝位电压为 5V，漏电流达到 1nA，正向电压 V_F 为 0.7V，是完全符合双路 USB 接口 ESD 保护电路设计要求的。

1.4 TF 卡接口 ESD 保护电路

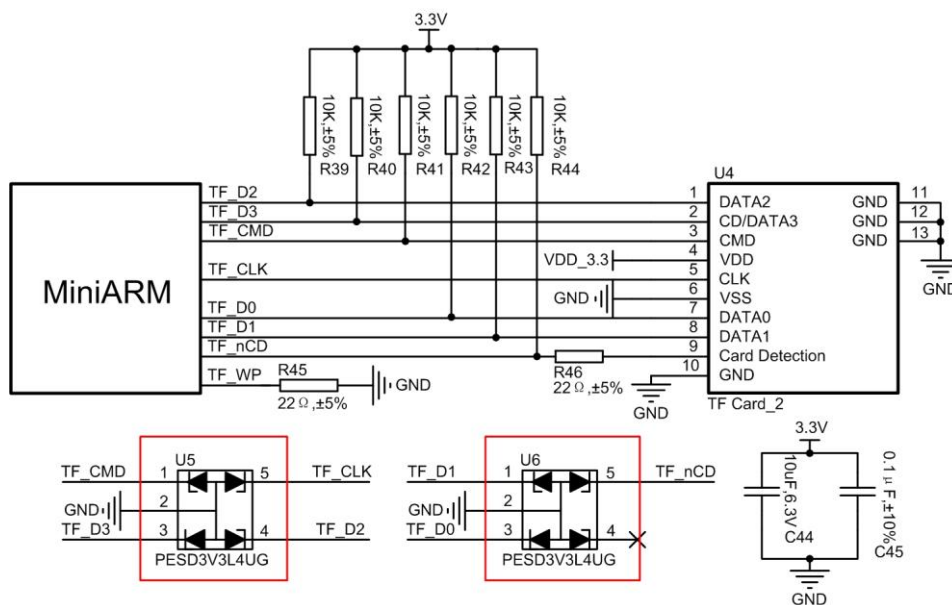


图 1.4 TF 卡接口 ESD 保护电路

TF 卡是一种大容量、高性价比、体积小、访问接口简单的存储卡。作为设备的存储载体，具有低功耗、非易失性等特点。图 1.4 中 TF_D0 ~ TF_D3、TF_CMD 信号线都使用了 10KΩ 电阻上拉至 3.3V，目的是为了使本电路也可以同时兼容 MMC 卡。卡插入检测信号线 TF_nCD 用于检测卡是否插入。由于经常性插拔，板上的芯片也非常易受静电影响，因此加入 U5、U6 这两个 ESD 保护器件可为电路提供强有力的静电保护。电路如图 1.4 所示。

1.5 SIM 卡接口 ESD 保护电路

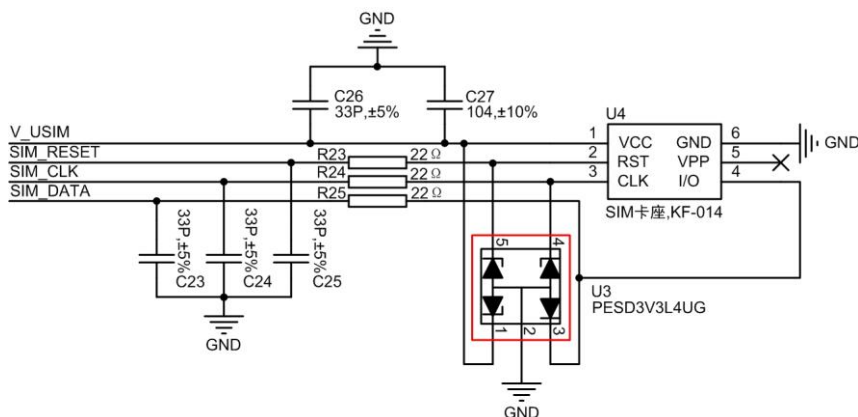


图 1.5 SIM 卡接口 ESD 保护电路

用户在安装和使用 SIM 卡的过程中，会由于认为的接触放电等因素接触到金属部分而使 SIM 卡及板上的芯片受到静电等损伤。由于 SIM 卡的 ESD 保护器件的寄生电容不应小于 50pF，因此应该选用反应速度足够快、敏感度足够高的器件。图 1.5 使用 NXP 的 PESD 系列单通道 PESD3V3L4UG 器件来做 SIM 卡的静电防护，该器件主要特性：箝位电压为 3.3V，ESD 防护能力高达 20KV 以上，12pF 低结电容，纳秒级快速响应时间，这些参数是完全符合 SIM 接口 ESD 保护电路设计要求的。此外，图 1.5 所示接在接口中的 22Ω 电阻用于匹配模块和 SIM 卡之间的阻抗。

工业级 ARM9 核心板



图 1.6 工业级 ARM9 核心板

- 主频 454MHz，内存 64MB/128MB、FLASH 128MB
- 1 路 SPI、1 路 I²C、1 路以太网、1 路 SD 卡、3 路串口
- 双系统架构设计，电磁兼容达工业 4 级
- 工作温度 -40℃ ~ +85℃，5 年以上生命周期

工业级 Cortex-A8 核心板



图 1.7 工业级 Cortex-A8 核心板

- 主频 720MHz，双 CAN、双网口、6 串口
- 工作温度 -40℃ ~ +85℃
- 电磁兼容达工业 4 级
- 双系统架构设计
- 5 年以上生命周期