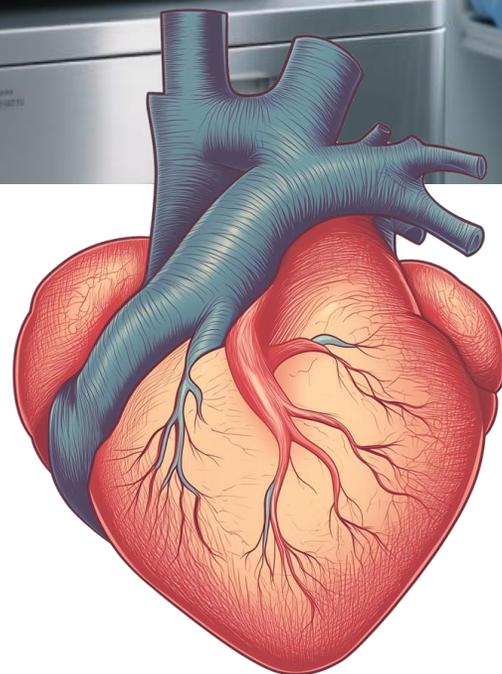


心电图（ECG）电子电路电磁兼容解决方案

 制作 Yint FAE



目录

C O N T E N T S

- 一. 行业标准
- 二. EMC测试相关要求
- 三. 心电图（ECG）的行业痛点
- 四. 电路设计对于EMC的解决方案

一. 行业标准



国际上关于心电图（ECG）的标准主要涉及信息技术应用，涵盖设备通信、电缆导线以及共模抑制比应用等多方面在设备通信方面，IEEE11073-10406-2023规定了个人健康设备通信中基础心电图（1至3导联ECG）的设备专业化标准，明确了设备互操作性的相关规范，保障不同厂家设备间的兼容性

AMI TIR60-2014(2019)关注共模抑制比在ECG监测中的应用，共模抑制比直接影响ECG监测时对共模干扰信号的抑制能力，该标准的制定有助于提升ECG监测的准确性

国内标准结合健康体检、儿童检查等实际应用场景制定

DB3206/T1078-2024规定了健康体检中ECG检查的辅助操作要求，规范主检医师等人员的操作流程，保证检查结果的可靠性和一致性，使体检中ECG检查更规范、科学

DB22/T3266-2021针对儿童动态心电图检查，从适应症、禁忌症到操作步骤与要求等全面规范，考虑儿童特殊生理状况，确保检查安全、有效，为儿童心脏健康检查提供标准依据

二. EMC测试相关要求





01

医疗器械EMC检测依据最新标准IEC 60601- 1- 2:2020，该标准对辐射发射、抗扰度、静电放电等提出严格要求。辐射发射测试要求设备在规定频段内辐射发射限值更低，避免对周围电子设备产生电磁干扰；抗扰度测试确保设备在复杂电磁环境下能稳定工作，不出现误操作或数据丢失



02

静电放电抗扰度测试依据IEC 61000- 4- 2，测试电压达±8kV接触，±15kV空气，模拟人体静电放电等情况，检测心电图机能否抵抗静电干扰，保证设备正常运行。浪涌抗扰度按照IEC 61000- 4- 5进行1.2/50 μs电压波形测试，检验设备应对雷击、电网切换等瞬态高电压的能力

对于心电图机等医疗设备，EMC性能至关重要

若电磁兼容性不合格，可能导致设备误操作，如心电信号读数错误，使医生误诊；也可能造成数据丢失，影响患者病情跟踪与诊断

在手术等关键场景中，设备受电磁干扰异常工作，会危及患者生命安全。所以通过EMC测试，能确保设备在医疗环境中稳定、可靠运行

三. 心电图 (ECG) 的 EMC痛点

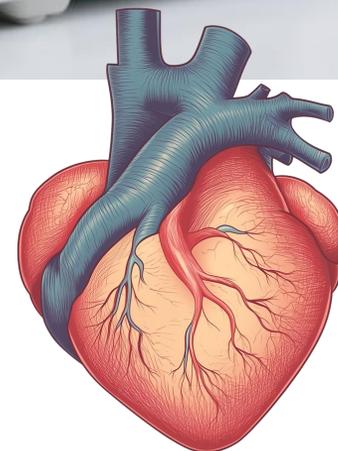
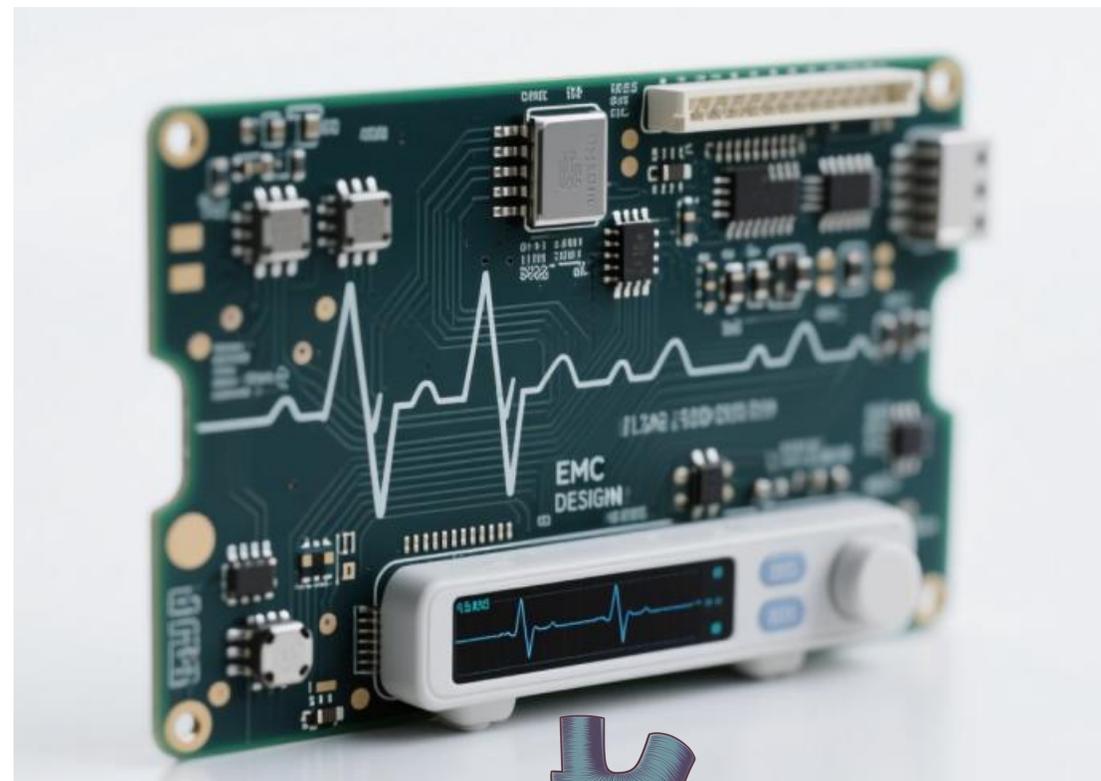


① 传统ECG监测需利用贴身电极测量体表电活动变化，给患者带来不适体验，导致日常生活中长时间连续ECG监测难以实施，

例如：患者在睡眠中，电极可能会造成压迫感影响睡眠，进而影响监测的连续性

① 因佩戴不便，容易造成转瞬即逝的异常心电图状态记录丢失，延误疾病诊断，错过最佳治疗时机

四. 电路设计对于EMC的解决方案



选用低电磁辐射元器件，从源头减少电磁干扰产生

选择低噪声运算放大器，降低其自身产生的电磁噪声，减少对心电信号的污染，提高信号采集的纯净度

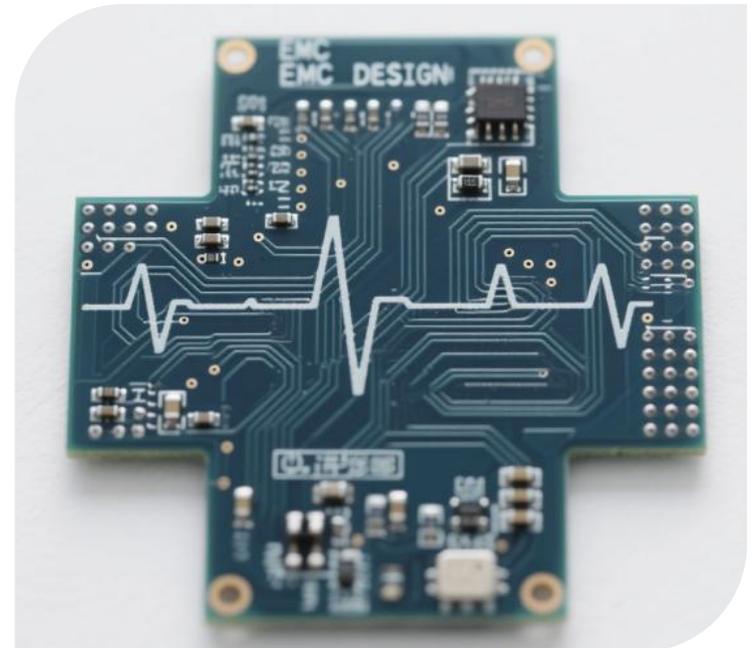
优化电路布局，合理规划电路板上各元件位置和线路走向，减少电磁泄漏

将敏感的信号线路与干扰源线路分开布局，避免平行走线，降低电磁耦合干扰

使用屏蔽材料，如金属屏蔽罩，对心电图机内部电路进行屏蔽，阻止内部电磁干扰向外传播，同时防止外部干扰进入，保证设备在复杂电磁环境下正常工作

设计有效的滤波电路，针对不同类型干扰设置对应滤波器。如采用低通滤波器，滤除高频噪声，保留心电信号的有效低频成分；采用高通滤波器，去除直流偏置和低频干扰信号

对于共模干扰，使用共模电感，利用其对共模信号呈现高阻抗的特性，抑制共模电流，提高共模抑制比；对于差模干扰，采用电容和电感组成的LC滤波电路，根据干扰频率调整电容和电感参数，达到最佳滤波效果



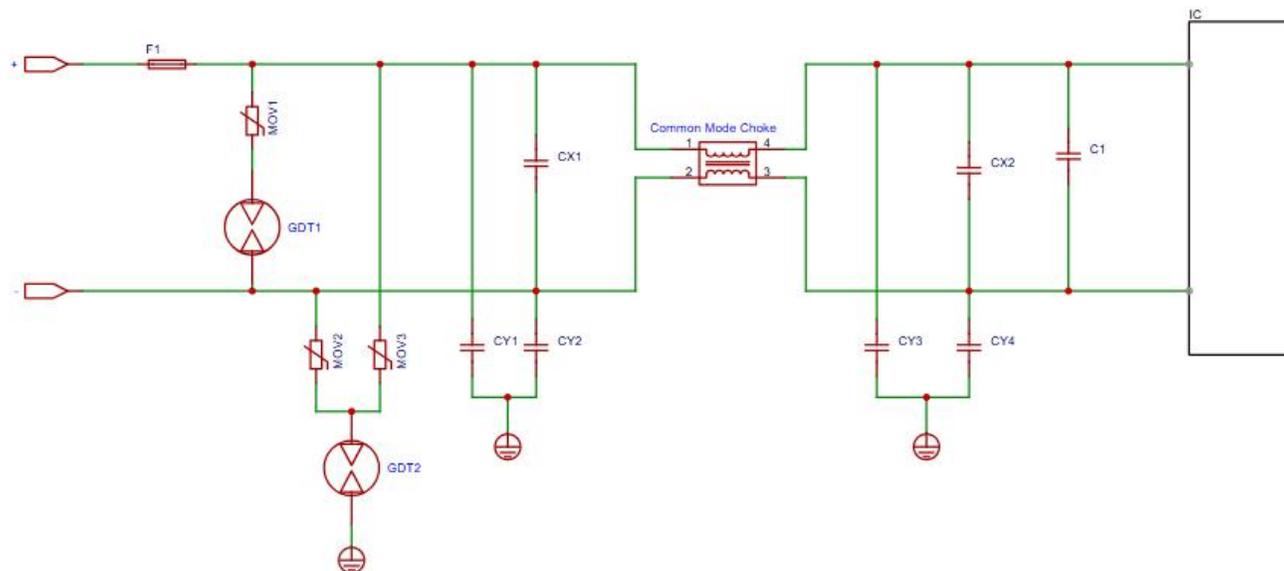
“疏”的策略，即疏通，通过减少其他方式的阻抗，减少进入敏感电路的影响电流，采用近接地保护，以地面平面为基本途径，旁通影响电流，在电缆插座到参考地或E平面设置电容，缩短接地路径，避开敏感区；还可采用保弱舍强，在抗扰性强的电路区域增加额外影响引流方式，减少受影响区域的影响

“堵”的策略，通过扩大敏感区域的影响路径阻抗来减少影响电流；在影响电流引入根源的必由之路上，对敏感信号提升隔离措施，采用光耦、容耦或磁耦等隔离方式；在电源及其信号连接处增加共模电感、磁珠等，提高阻抗，阻挡干扰信号

“治”的策略，针对接线与脏地路径重叠以及接线本身影响路径的现象，在信号插口周围增加合适电容，减少PCB信号接线和信号电缆在影响高频段的电流；也可在电容后串联电阻、电感或磁珠，根据实际干扰情况调整参数，解决电磁干扰问题

AC电源接口EMC及可靠性设计

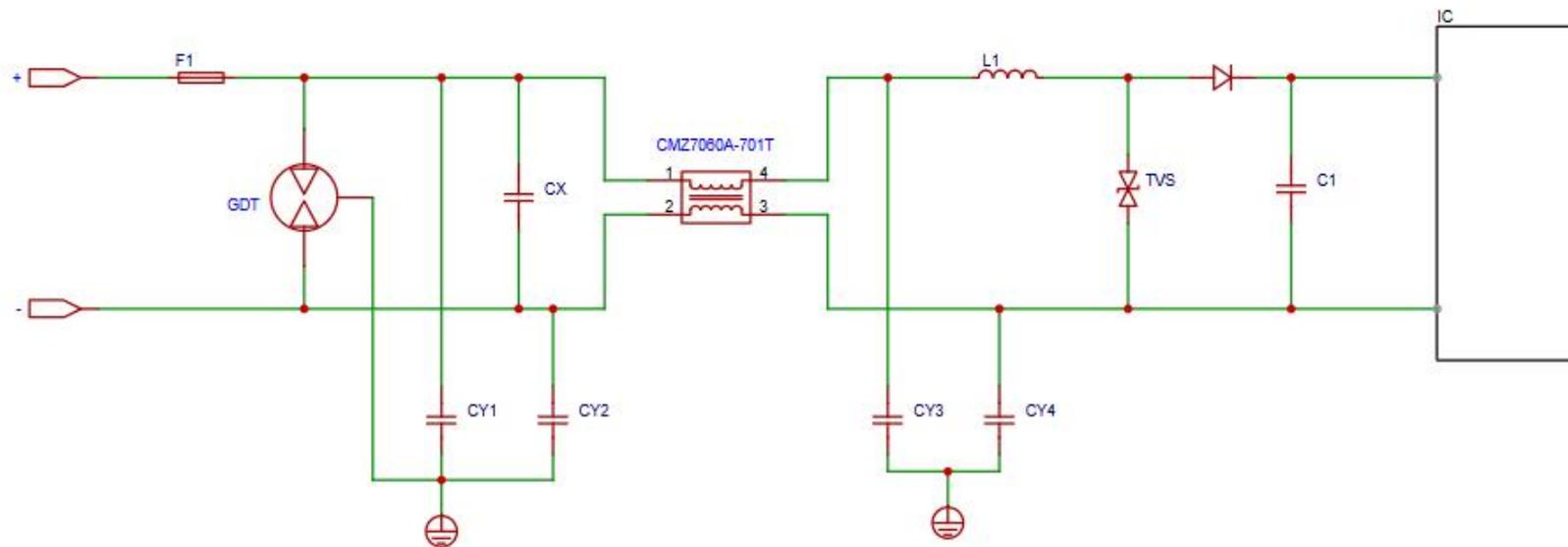
AC 电源接口：用于连接外部220V交流输入



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
2R600L	GDT	电源接口	浪涌，防雷（户外产品，关注续流问题）	2RXXXL
14D561K/14D511K	MOV	电源接口	浪涌，防雷	14D
CMZ/CML	EMI 共模抑制器	电源接口	共模抑制	SMD

DC电源接口EMC及可靠性设计

DC 电源接口：用于连接外部电源适配器（如 5V/12V 直流输入），部分设备支持通过 USB 供电。

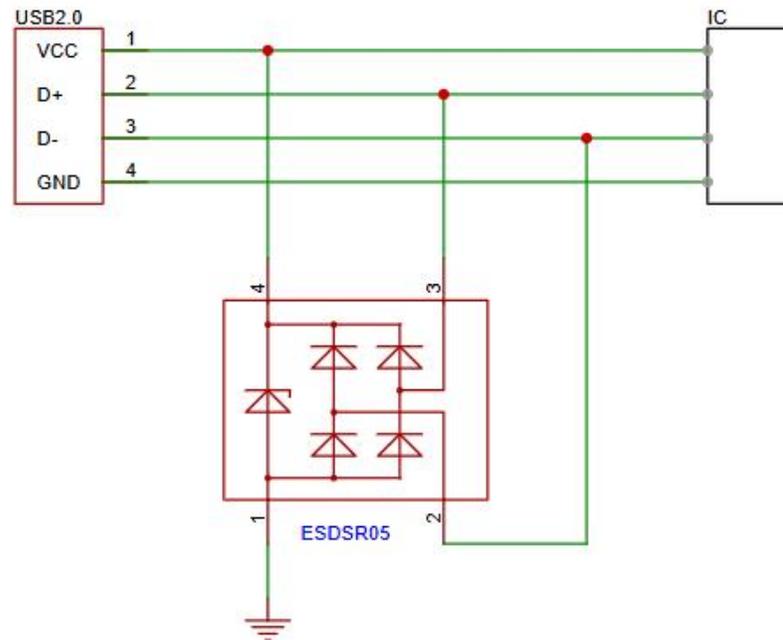


型号	器件类型	使用位置	作用	封装
3R090L	GDT	电源接口	浪涌，防雷（户外产品，关注续流问题）	3RXXXL
SMBJ6.5CA	TVS 瞬态抑制二极管	电源接口	浪涌、抛负载	SMB/Do-214AA
SMCJ15CA	TVS 瞬态抑制二极管	电源接口	浪涌、抛负载	SMC/Do-214AB
CMZ7060A-701T	EMI 共模抑制器	电源接口	CE传导，共模抑制，电流更小，考虑小封装	7060

● USB-2.0接口EMC及热插拔可靠性设计

USB-2.0接口:

USB 2.0旨在提供更快的数据传输速度和更好的设备兼容性；并且在接口速度上实现了飞跃，将其从最初的最大12 Mbps提升至480 Mbps；这使得USB接口能够满足更多高带宽设备的需求，如高速打印机、扫描仪、外部存储设备和多媒体设备等。

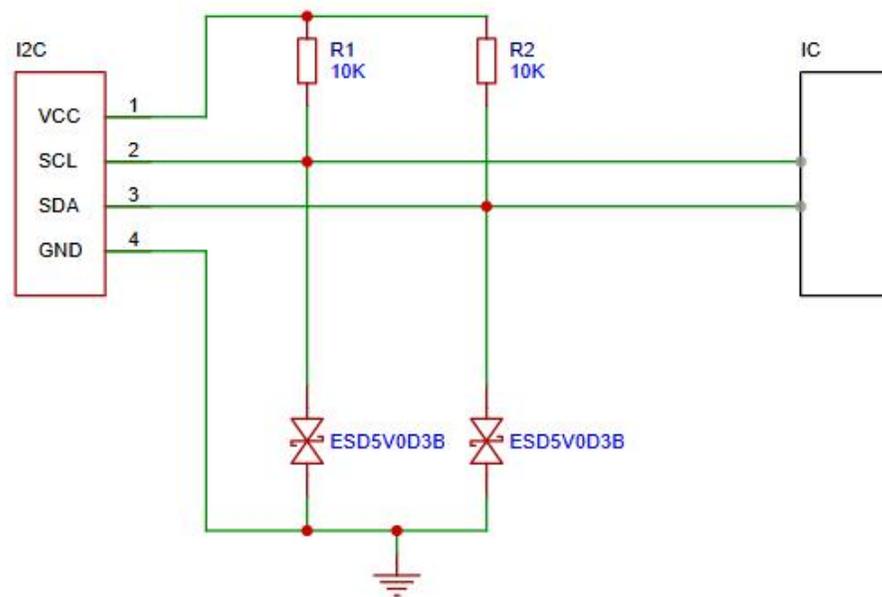


型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESDSR05	ESD	USB接口	浪涌、静电	SOT143

I²C 通用I/O接口EMC及可靠性设计

I2C 接口:

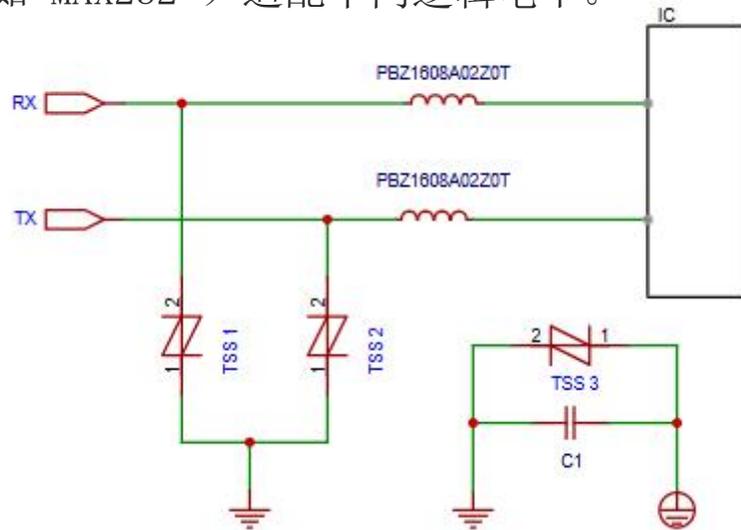
I2C (Inter-Integrated Circuit) 接口是一种常见的串行通信协议, 广泛用于连接低速到中等速度的传感器、存储器芯片、以及其他外围设备。I2C接口由两个主要的信号线组成: 串行数据线 (SDA) 和串行时钟线 (SCL)。



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESD5V0D3B	ESD	I2C接口	浪涌、静电	SOD323

● RS-232 接口EMC及可靠性设计

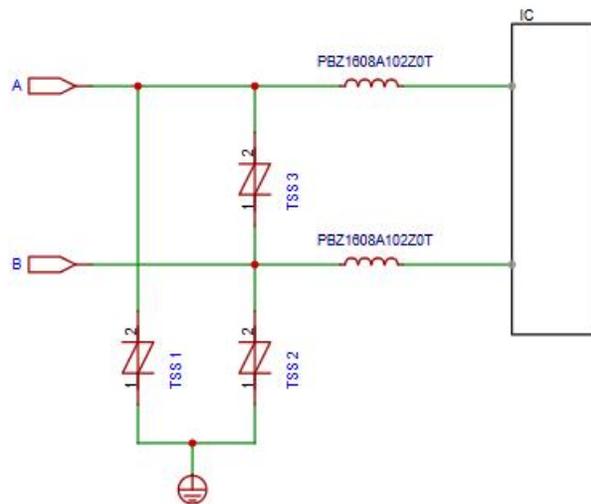
RS232 接口：是常用的串行通信接口之一，RS232适用于短距离设备互联（如打印机、鼠标等），但需通过电平转换芯片（如 MAX232 ）适配不同逻辑电平。



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
P0220SCL	TSS	RS232接口	浪涌、静电	SMB
P3100SCL	TSS	RS232接口	雷击、浪涌、静电	SMB
PBZ1608A02Z0T	磁珠	RS232接口	消除高频干扰	1608

● RS-485 接口EMC及可靠性设计

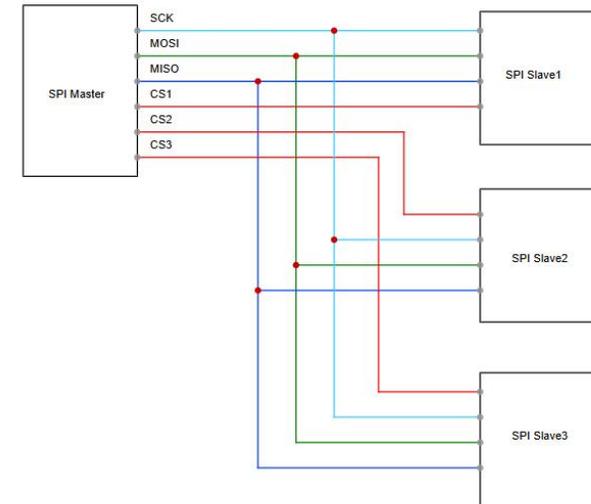
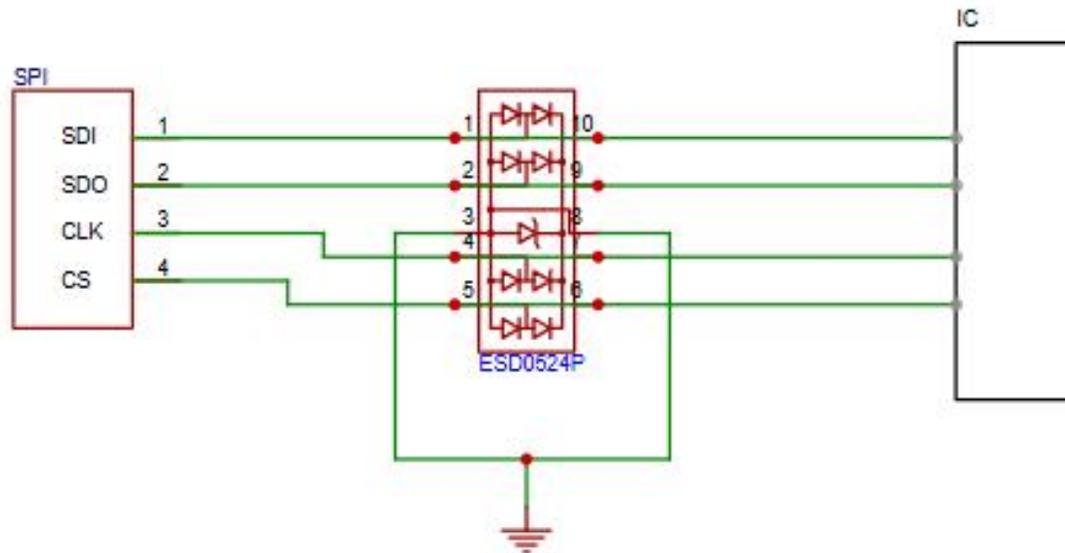
RS485 接口：RS-485 是一种串行通信标准，可以支持多个设备通过同一条串行总线进行通信；且适用于中远距离通信，具有较好的抗干扰能力和数据传输稳定性。



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
P0080SCL	TSS	RS485接口	浪涌、静电	SMB
PBZ1608A102Z0T	磁珠	RS485接口	消除高频干扰	1608

● SPI 接口EMC及热插拔可靠性设计

SPI 接口：高速串行通信接口，用于连接存储芯片、显示屏等



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESD0524P	ESD	SPI接口	浪涌、静电	DFN2510

谢谢大家！

了解更多：www.yint.com.cn
联系我们：sales@yint.com.cn

