

医疗分子分析仪电子 电路电磁兼容全解析

Biochemical Analyzer



汇报人：音特电子



时间：2025.07



目录

CONTENTS



一、行业标准解读

二、EMC测试相关要求

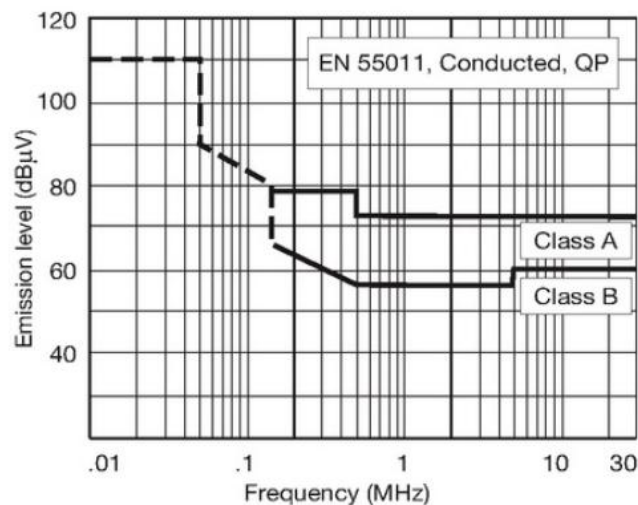
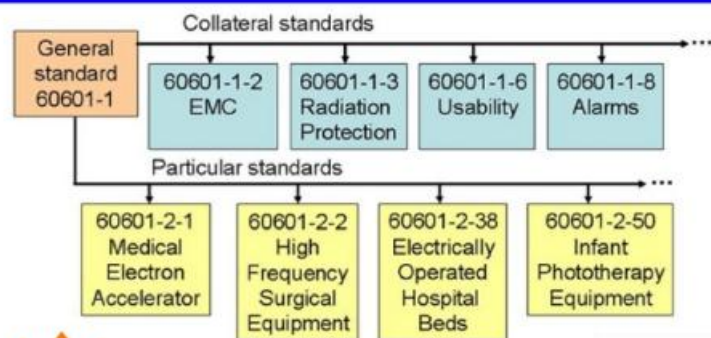
三、行业痛点剖析

四、电路设计解决方案

— 行业标准解读



What is IEC 60601-1?



国际上针对医疗分子分析仪的电磁兼容标准主要有IEC 60601- 1- 2，这是国际电工委员会制定的医用电气设备电磁兼容性标准，要求医疗器械在规定的电磁环境中正常工作，同时要在合理范围内抑制自身产生的电磁干扰，保障设备运行的稳定性以及对周围电磁环境的低干扰性

EN55011标准，其针对工业、科学和医疗设备的电磁干扰进行了规范，严格规定了设备的辐射和传导干扰的限值，确保医疗分子分析仪在使用过程中不会对其他电子设备造成干扰

Safety

EMC

Quality Management

医疗分子分析设备需同时满足安全性（IEC 60601-1/GB 9706.1）

电磁兼容性（IEC 60601-1-2/GB 9706.1-2）

质量管理（ISO 13485/YY/T 0287）

二 EMC测试相关要求

Biochemical Analyzer



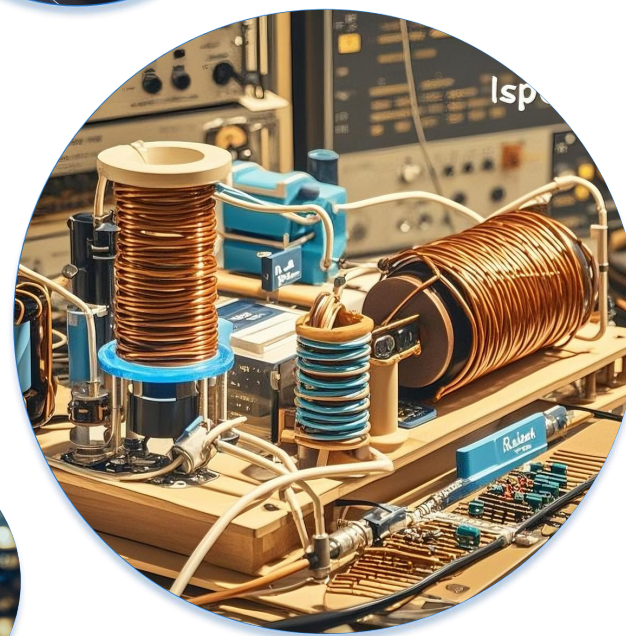
电磁干扰（EMI）测试要求

传导发射测试：

测试医疗分子分析仪通过电源线或其他导体传导到外部的干扰，频率范围一般在**150kHz至30MHz**；通过此测试，能有效评估设备对电网及相连设备的影响程度，确保其不会对公共电网或其他设备造成传导性的电磁干扰

辐射发射测试：

主要测量设备辐射出的电磁波，测试频率在**30MHz到1GHz**之间，以此判断设备是否会干扰周围的其他医疗设备和电子产品，避免在医疗环境中因电磁波辐射导致设备间的相互干扰



01

ESD静电放电抗扰度测试:

模拟日常生活和操作过程中可能出现的静电放电现象，对医疗分子分析仪进行测试，保证设备在遭受静电冲击时仍能正常工作，防止静电导致设备故障或数据错误

02

CE射频场感应传导骚扰测试:

评估设备在受到射频场感应的传导骚扰时的抗干扰能力，确保设备在复杂的射频电磁环境下稳定运行，不会因射频干扰而出现功能异常

03

EFT电快速瞬变脉冲群测试:

检验设备对电快速瞬变脉冲群的抵抗能力，模拟电路中可能出现的快速脉冲干扰，保证设备在这种突发干扰下仍能准确运行，保障医疗过程的连续性和准确性

三 行业电磁兼容痛点 剖析



电磁干扰导致的设备故障

医疗分子分析仪在复杂的医疗环境中使用时，容易受到周围其他电子设备的电磁干扰，导致测量数据不准确，影响医生对患者病情的判断和诊断

例如:附近的大型医疗设备如核磁共振仪、CT机等工作时产生的强电磁干扰，可能会使分子分析仪的检测结果出现偏差

自身产生的电磁干扰也会对其他设备造成影响，在医院病房等设备密集区域，分子分析仪的电磁干扰可能干扰到患者的生命体征监测设备，危及患者生命安全

满足标准的成本与技术难题

在成本层面：

为了满足严格的EMC标准，企业需要投入大量资金用于研发和改进产品的电磁兼容性能，包括采用高品质的屏蔽材料、优化电路设计等，这无疑增加了产品的生产成本，降低了企业的市场竞争力



在技术层面：

要实现良好的电磁兼容设计，需要专业的电磁兼容工程师和先进的测试设备，然而目前相关专业人才稀缺，测试设备昂贵，这对许多企业来说是巨大的挑战，限制了行业整体的技术提升速度

四 电路设计解决方案



01

采用金属外壳进行屏蔽，金属外壳能够有效阻挡内部电磁干扰向外辐射，同时也能防止外部电磁干扰进入设备内部

例如：使用铝合金材质的外壳，其具有良好的导电性和机械强度，能在保证设备结构稳固的同时，实现高效的电磁屏蔽

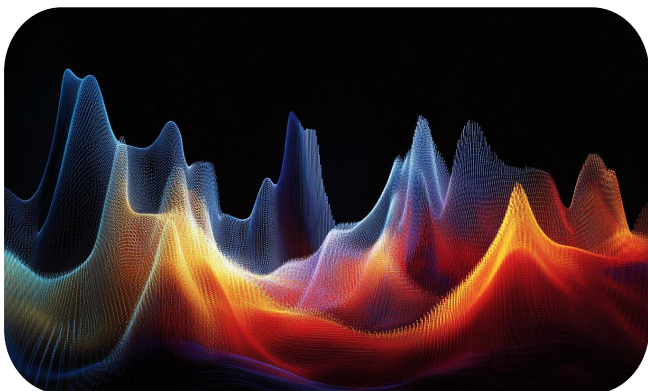
02

在电路板上添加屏蔽层

例如：在PCB板的顶层和底层铺设铜箔作为屏蔽层，并通过过孔将其与接地层相连，形成完整的屏蔽结构，减少电路板上电路之间的电磁干扰



在电源输入端口添加电源滤波器，可有效抑制电源线上的传导干扰，去除电源中的高频噪声和杂波，为设备提供纯净的电源，保证设备稳定运行



在信号线上使用信号滤波器，根据信号的频率特性选择合适的滤波器，滤除信号传输过程中混入的干扰信号，确保信号的准确性和完整性

建立良好的接地系统，确保设备的接地电阻足够小，使电磁能量能够顺利导入大地

例如：采用单点接地方式，将所有需要接地的部分连接到同一个接地点，避免接地环路产生，减少接地干扰

多层电路板，合理规划接地层，将不同功能模块的接地分开，避免相互干扰，提高设备的抗干扰能力

层数	Lay顺序	电源设计要点	地设计要点	信号设计要点	适用场景
4层板	Top: 信号层	电源层（L3）分区布局，避免过多分割 相邻电源域间距≥2m 去耦电容靠近IC电源引脚	L2为完整地平面，避免分割， 关键信号下方保持完整地平面，多点接地，避免地环路	高速信号走Top层，参考L2地平面，敏感信号（时钟、差分线）优先靠近地平面，遵循3W规则减少串扰	成本敏感、中低速电路 （如MCU控制板、简单数字电路）
	L2: 地平面（GND）、L3: 电源平面（PWR）、Bottom: 信号层				
6层板	Top: 信号层	电源层（L4）被地平面（L2/L5）包围，降低噪声，高频去耦电容（0.1μF+1μF组合）	双地平面（L2+L5），提供低阻抗回流路径，地平面尽量完整，避免关键信号跨分割，屏蔽孔（Via Stitching）沿板边布置。	高速信号（如DDR、USB）走Top层，参考L2地平面，中速信号走L3层，双向参考（GND/PWR），差分线严格等长（±5mil）	高速设计（如FPGA、DDR4、射频电路）
	L2: 地平面（GND）、L3: 信号层、L4: 电源平面（PWR）、L5: 地平面（GND）、Bottom: 信号层				

注1. 4层板中，电源层（L3）与地层（L2）相邻，形成天然去耦电容

注2. 6层板中，电源层（L4）被两地平面（L2/L5）夹持，进一步降低阻抗

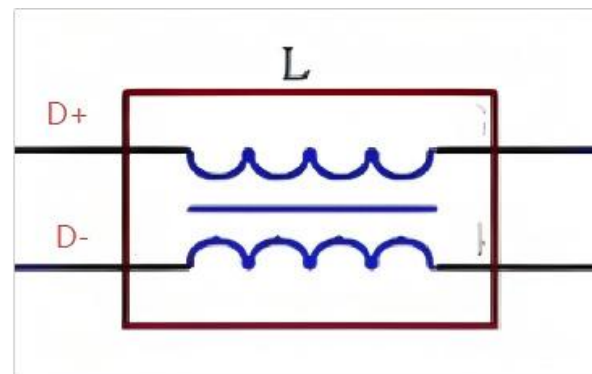
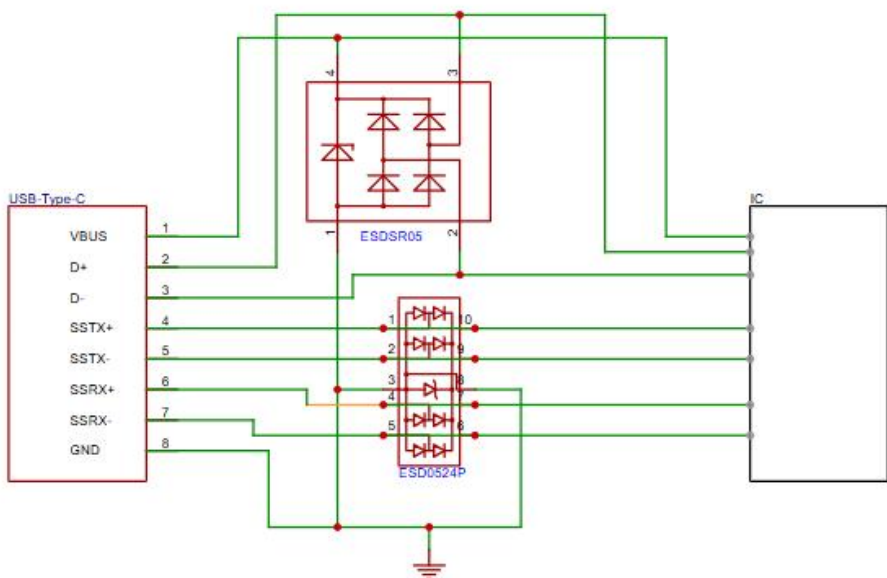
注3: 3W规则是PCB布线中用于减少信号间串扰（Crosstalk）的基本准则，要求相邻信号线的中心间距 ≥ 3倍线宽（W）



USB-Type-C接口EMC及热插拔可靠性设计



USB接口具有高速数据传输能力，具备即插即用特性，方便用户随时连接和更换设备，提高机器人使用的便捷性，在各类机器人应用场景中发挥着关键作用；高速数据传输（如基因序列数据、质谱原始数据），测序仪、质谱仪；所有接口需通过YY 0505（医用电气设备EMC标准）测试，所以共模抑制显的十分重要



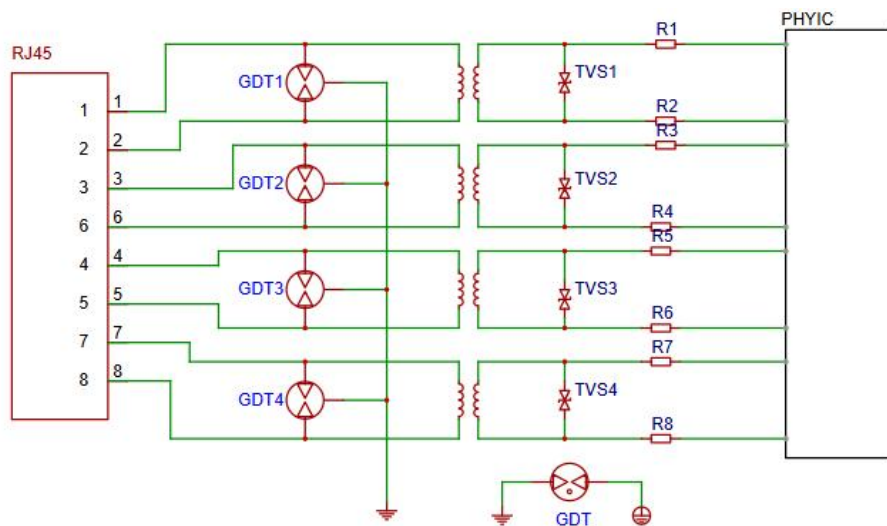
型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESD0524P	ESD	USB接口	浪涌、静电	DFN2510
ESDSR05	ESD	USB接口	浪涌、静电	SOT143
CMZ2012A-900T	Common choke	USB接口	EMI	2012 / 3225

以太网接口

以太网接口（RJ45）：支持有线网络连接（常见于智能机器人主板）

以太网接口为机器人提供稳定的网络连接，支持远程控制和数据交互。通过以太网，机器人可实时上传工作数据至云端，接受远程指令，实现智能化远程操作

其传输速率可达1000Mbps甚至更高，满足机器人在工业自动化、智能物流等领域对高速、稳定数据传输的需求



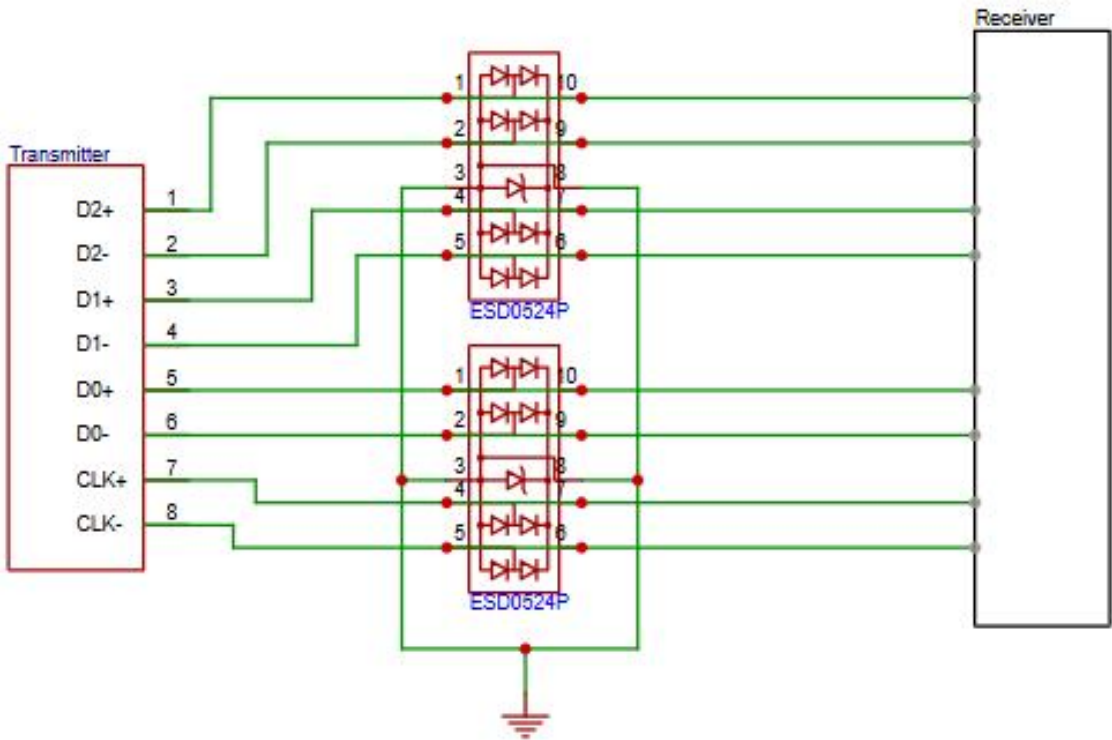
型号	器件类型	使用位置	作用	封装
3R090L	GDT	以太网接口	浪涌	3RXXXL
2R090L	GDT	以太网接口	浪涌	2RXXXL
ESDLC3V3D3B	ESD	以太网接口	浪涌、静电	SOD323



HDMI接口EMC及热插拔可靠性设计



HDMI 接口 高分辨率检测结果输出（如荧光成像数据），数字病理扫描仪



型号	器件类型	使用位置	作用	封装	特点
ESD0524P	ESD	HDMI接口	浪涌、静电	DFN2510	用量大，价值比高

CAN总线控制模块解决方案

CAN总线多模块协同控制（如温控模块、机械臂），音特电子对该模块进行了深度优化，提高了数据处理能力和传输效率，支持多节点通信，确保系统的高效运行

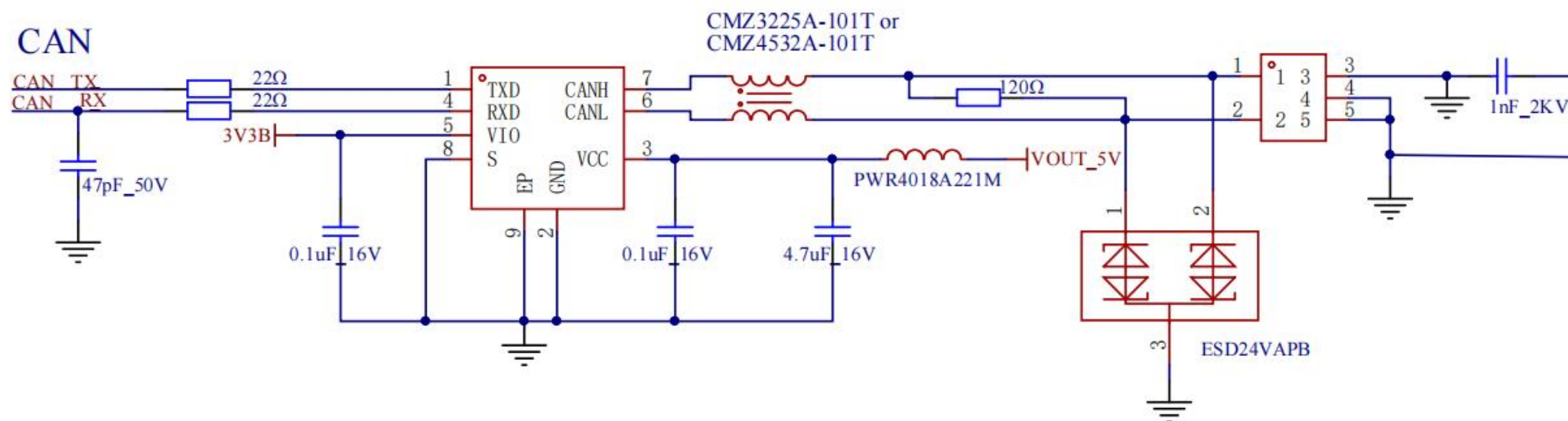
CMZ3225A-101T or CMZ4532A-101T 共模电感，提高EMI性能

ESD24VAPB SOT-23

CAN静电保护器

PWR4018A221M

静化电源供电纹波



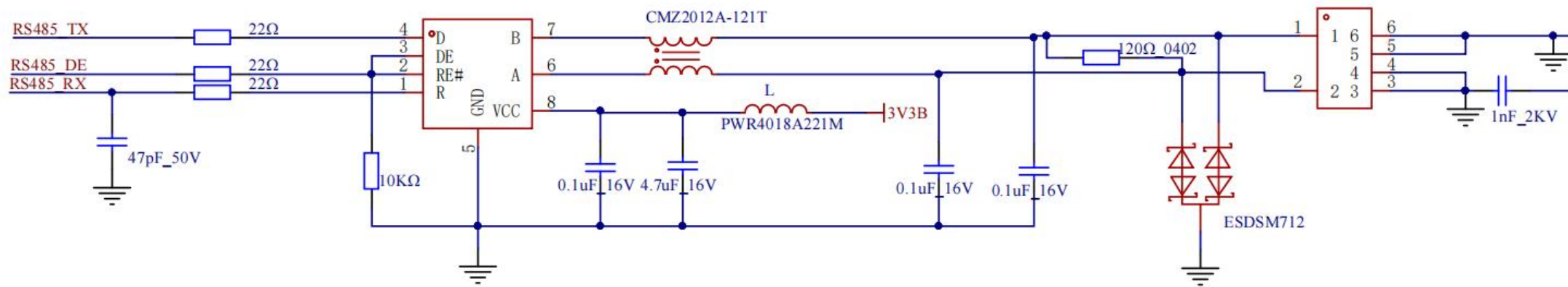
RS485通讯模块解决方案

老式设备控制（兼容实验室自动化系统），RS485通讯模块具备高抗干扰能力，采用先进的差分信号传输技术，有效减少信号传输过程中的干扰，确保数据传输的准确性和稳定性

CMZ2012-121T 共模电感，提高EMI性能

PWR4018A221M 提高电源的品质

ESDSM712 静电保护，确保安装拔插过程的静电干扰

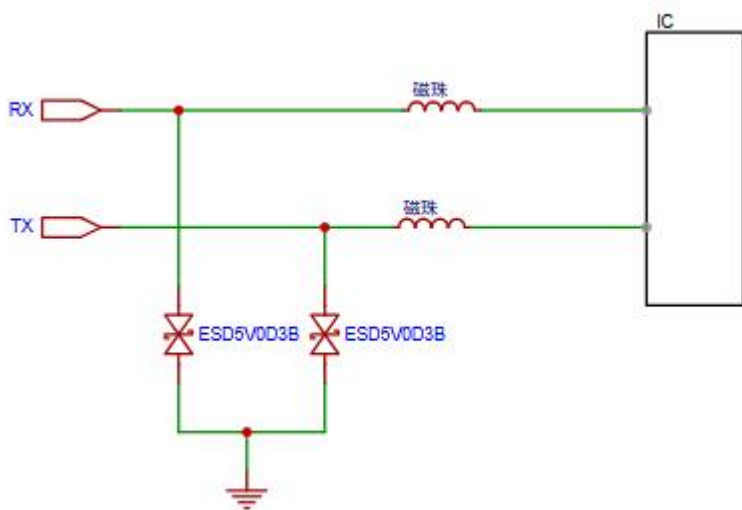




GPIO/ UART/ I²C接口 EMC及热插拔可靠性设计



GPIO 接口（通用输入输出）：开关量控制（如阀门、泵启停），隔离设计防浪涌



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESD5V0D3B	ESD	GPIO接口	浪涌、静电	SOD323
PBZ1608A02Z0T	EMI	串联在线	滤波	1608

谢谢大家

Biochemical Analyzer

联系我们: www.yint.com.cn
sales@yint.com.cn

