

电动床电子电路电磁兼容与创新方案

制作：音特电子 July-2025



目录 CONTENTS

- 一 电动床行业国际与国内标准剖析
- 二 EMC测试要求详解
- 三 行业痛点聚焦
- 四 EMC创新解决方案

一、行业标准剖析

1.1 国际行业标准解读

家用电动床

IEC 60335-1 《家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求》

IEC 60335-2-109 《家用电动床的特殊要求》

家用电动床安全标准（UL 60601-1 / UL 962）

电动医疗床

IEC 60601-1 《医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求》

IEC 60601-2-52 《医用病床的特殊要求》

欧盟（CE认证）EMC指令（2014/30/EU）

美国（FDA & UL认证）

FDA 21 CFR Part 890

医疗床需通过FDA注册（Class I或II类医疗器械）



1.2 国内行业标准情况

国家标准智能床《GB/T 45231 - 2025》

GB 4706.1 & GB 4706.108 家用电动床国家标准

等效IEC60335

GB 9706.1 医疗电气设备安全（等效IEC60601-1）

CCC认证

部分电动床可能需强制认证（视具体功能而定）



二、EMC测试要求详解



2.1 辐射骚扰测试内容

家用电动床 & 消费类电子设备

- ① CISPR 11（工业、科学和医疗设备）
- ② CISPR 14-1（家用电器）
- ③ CISPR 32（多媒体设备，替代CISPR 13/22）
- ④ EN 55032（欧盟，等效CISPR 32）
- ⑤ FCC Part 15 Subpart B/C（美国）

电动医疗床

- a. IEC 60601-1-2（医疗设备EMC标准，引用CISPR 11）
- b. EN 60601-1-2（欧盟医疗设备EMC）

2.2 辐射骚扰测试限值要求

标准	设备类别	频率范围	限值 (dB μ V/m)	测试距离
CISPR 11	工业/科学/医疗 (Class A)	30 MHz~230 MHz	QP: 40	10m / 3m*
		230 MHz~1 GHz	QP: 47	230 MHz ~ 1 GHz
CISPR 32	家用 (Class B)	30 MHz~230 MHz	QP: 30	3m
		230 MHz~1 GHz	QP: 37	
FCC Part 15	Class B (家用)	30 MHz~88 MHz	40.0	3m
		88 MHz~216 MHz	43.5	
		216 MHz~960 MHz	46.0	
IEC60601-1-2	医疗设备	30MHz~6 GHz	参考CISPR 11 Class B	3m

注:

CISPR 11允许10m测试, 但3m更常见 (限值需换算: 10m限值 = 3m限值 + 10dB)

QP=准峰值, AV=平均值, FCC通常用峰值 (Peak) 检测

2.3 传导骚扰详细测试内容

主要检测电动床通过电源线、信号线等传导途径向电网或其他设备传输的电磁干扰

比如：电动床的开关电源工作时产生的高频干扰，可能通过电源线传导至电网，影响其他电器

测试标准：

CISPR 14 - 1、EN 55014 - 1等，国内对应GB 4343.1

家用电动床 & 消费类电子设备

CISPR 11（工业、科学和医疗设备）

CISPR 14-1（家用电器）

CISPR 32（多媒体设备）

EN 55014-1（欧盟，等效CISPR 14-1）

FCC Part 15 Subpart B（美国）

电动医疗床

IEC 60601-1-2（医疗设备EMC标准，引用CISPR 11）

EN 60601-1-2（欧盟医疗设备EMC）

2.4 传导骚扰详细限值要求

频率范围	CISPR 11/CISPR 14-1 限值 (dB μ V)	FCC Part 15 限值 (dB μ V)
150 kHz ~ 500 kHz	QP: 79, AV: 66	QP: 66 ~ 56*
500 kHz ~ 5 MHz	QP: 73, AV: 60	QP: 56
5 MHz ~ 30 MHz	QP: 73, AV: 60	QP: 60

注：FCC限值分Class A（工业）和Class B（家用），Class B更严格

医疗设备通常参考CISPR 11 Class B

特殊标准有些差异

2.5 ESD 静电放电抗扰度测试

设备类型	ESD测试标准	备注
家用电动床	IEC 61000-4-2 / EN 61000-4-2	通用电子设备标准（CE认证适用）
电动医疗床	IEC 60601-1-2	医疗设备专用，比通用标准更严格
出口美国市场	ANSI C63.16（参考IEC 61000-4-2）	FCC认证可能额外要求

家用电动床（IEC 61000-4-2）

测试项目	测试电压	测试次数	判定标准
接触放电	±4 kV（金属部件）	10次/极性	功能短暂异常可接受（B级）
空气放电	±8 kV（绝缘表面）	10次/极性	不允许损坏（D级不合格）

电动医疗床（IEC 60601-1-2）

测试项目	测试电压	测试次数	判定标准
接触放电	±6 kV（金属部件）	10次/极性	不允许功能中断（A/B级）
空气放电	±8 kV（绝缘表面）	10次/极性	生命支持设备需±2kV余量

2.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度测试

家用电动床（IEC 61000-4-4）

测试端口	测试电压 (kV)	脉冲重复频率 (kHz)	测试时间	判定标准
电源端口	±1 kV / ±2 kV	5 kHz / 100 kHz	每极性60s	B级可接受
信号/控制端口	±0.5 kV / ±1 kV	5 kHz / 100 kHz	每极性60s	B级可接受

电动医疗床（IEC 60601-1-2）

测试端口	测试电压 (kV)	脉冲重复频率 (kHz)	判定标准
电源端口	±2 kV	5 kHz	A级必须满足
信号端口	±1 kV	5 kHz	A级必须满足

注：

A级：设备正常工作，无性能下降（医疗设备必须满足）

B级：短暂异常后自动恢复（家用电动床可接受）

三、行业EMC痛点聚焦



3.1 电动床行业EMC五大痛点问题及对策表

按认证失败频率排序，1 电机传导骚扰和 2 无线辐射占行业问题70%以上

排名	痛点问题	相关标准	典型现象	根本原因	解决方案
1	电机传导骚扰超标	CISPR 11/32 EN 55032	150kHz~30MHz频段测试失败，尤其500kHz~5MHz	电机PWM谐波通过电源线反向传导	加装 π 型滤波器（共模扼流圈+X/Y电容） 电机线缆屏蔽并单点接地
2	无线模块辐射骚扰	FCC Part 15 CISPR 32	30MHz~1GHz辐射超标，2.4GHz干扰周边设备	天线布局不当或PCB高频噪声耦合	选用预认证无线模块 天线远离电机，缩短射频走线 增加金属屏蔽罩
3	ESD导致控制板死机	IEC 61000-4-2 GB/T 17626.2	接触±8kV放电后MCU复位，显示屏异常	静电通过缝隙/接口耦合至敏感电路	接口加TVS二极管/ESD防护芯片 非金属面板防静电涂层 结构单点接地设计
4	EFT脉冲群致电源不稳定	IEC 61000-4-4 GB/T 17626.4	±2kV脉冲下电机误动作或重启	电网瞬态噪声穿透电源滤波不足	电源输入级加EFT滤波器（共模电感+TVS） 采用隔离电源模块 软件看门狗机制
5	医疗床辐射抗扰度不足	IEC 60601-1-2	3V/m辐射场中传感器误报或通信中断	信号线未屏蔽或MCU抗干扰设计薄弱	关键信号线用双绞屏蔽线 MCU加金属屏蔽壳 执行EMC风险分析（ISO 14971）

四、EMC创新解决方案

4.1 选用高性能EMC器件

01

选用低噪声、高抗干扰能力的电子器件，如低噪声运算放大器、屏蔽式电感等，降低器件自身产生的电磁干扰，提高电路稳定性

02

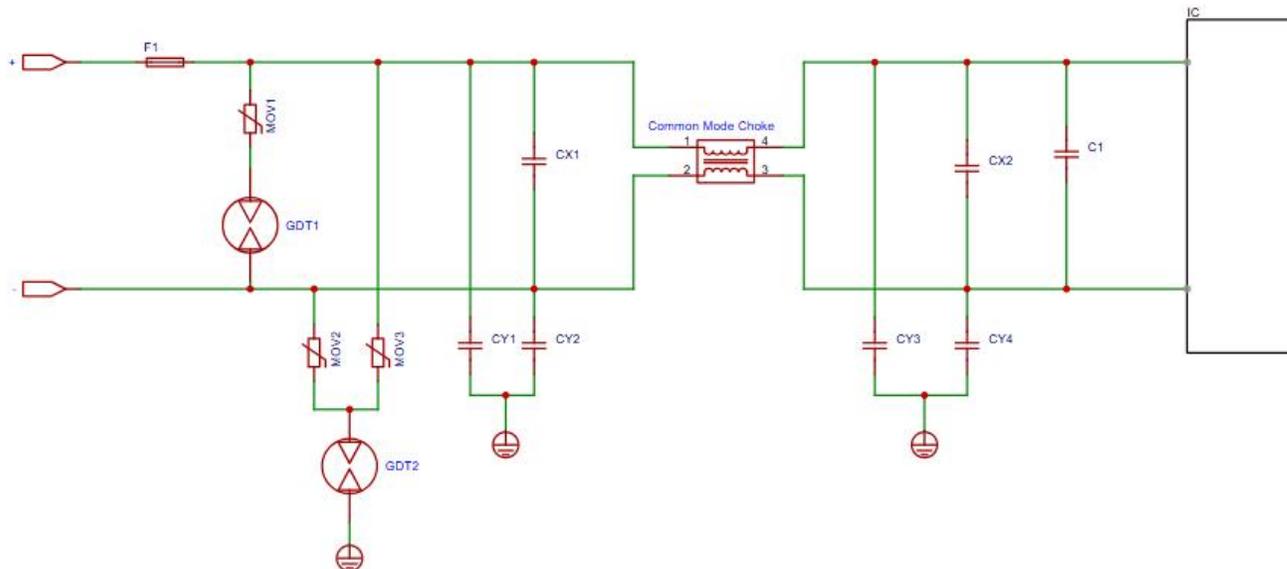
在电源输入端和信号传输线路上添加滤波器，如共模滤波器、差模滤波器，有效抑制传导干扰，确保电源和信号纯净

4.2 强化屏蔽与接地措施

- 对电动床的关键部件，如电机、控制器等，采用金属屏蔽罩进行屏蔽，阻挡电磁辐射泄漏，如将电机用金属罩包裹，减少对周围电路的影响
- 设计良好的接地系统，确保设备可靠接地，将静电和电磁干扰引入大地；采用多点接地和星型接地相结合方式，降低接地电阻，提高抗干扰效果
- 合理规划电路布局，将模拟电路与数字电路分开，减少信号干扰。例如，将电机驱动电路与睡眠监测电路隔离，防止电机工作时的电磁干扰影响监测数据准确性
- 缩短高频信号走线长度，降低电磁辐射，采用多层PCB板，合理分配电源层和地层，提高电路抗干扰能力，如四层PCB板，可有效减少电磁干扰。

4.3.1 AC电源接口EMC及可靠性设计

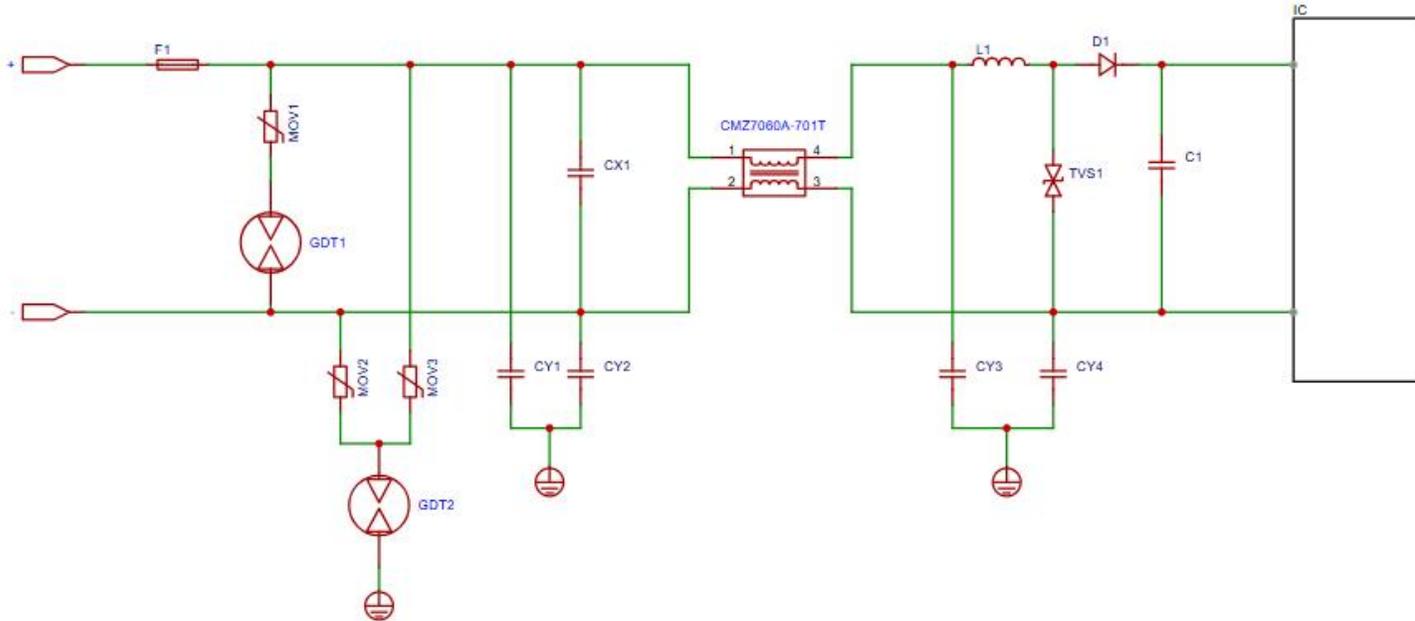
AC 电源接口：用于连接外部220V交流输入



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

4.3.2 12V/24V DC电源接口EMC及可靠性设计

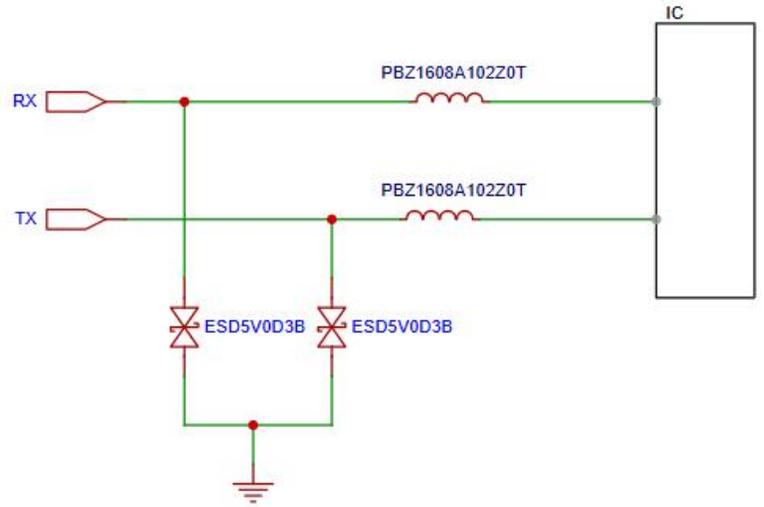
DC 电源接口：用于连接外部 12V/24V DC电源输入， 支持离线使用。



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
2R090L	GDT	电源接口	浪涌, 防雷 (户外产品, 关注续流问题)	2RXXXL
20D820K	MOV	电源接口	浪涌, 防雷	20D
CMZ7060A-701T	EMI 共模抑制器	电源接口	共模抑制	7060
SMBJ15CA/SMBJ28CA	TVS	电源接口	浪涌, 抛负载	SMB

4.3.3 GPIO/ UART/ I²C接口EMC及热插拔可靠性设计

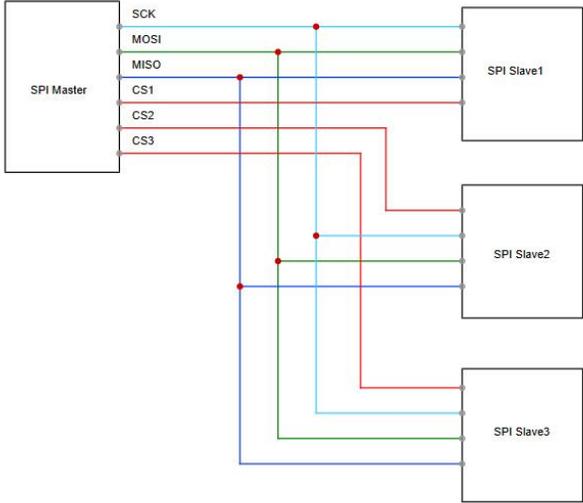
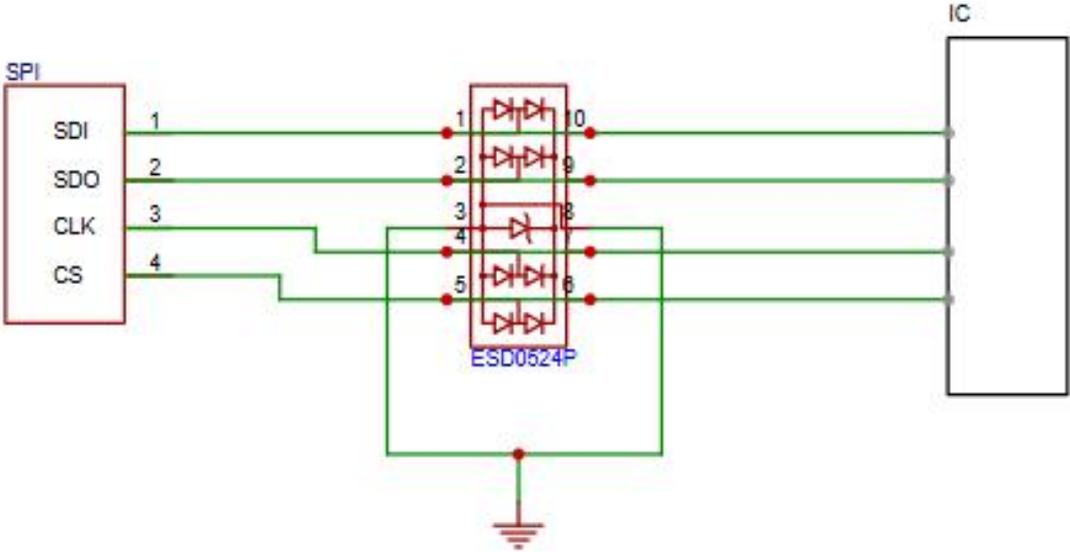
GPIO 接口（通用输入输出）：用于连接传感器、执行器等外设，支持自定义编程控制



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESD5V0D3B	ESD	GPIO接口	浪涌、静电	SOD323
PBZ1608A102Z0T	磁珠	GPIO接口	消除高频干扰	1608

4.3.4 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

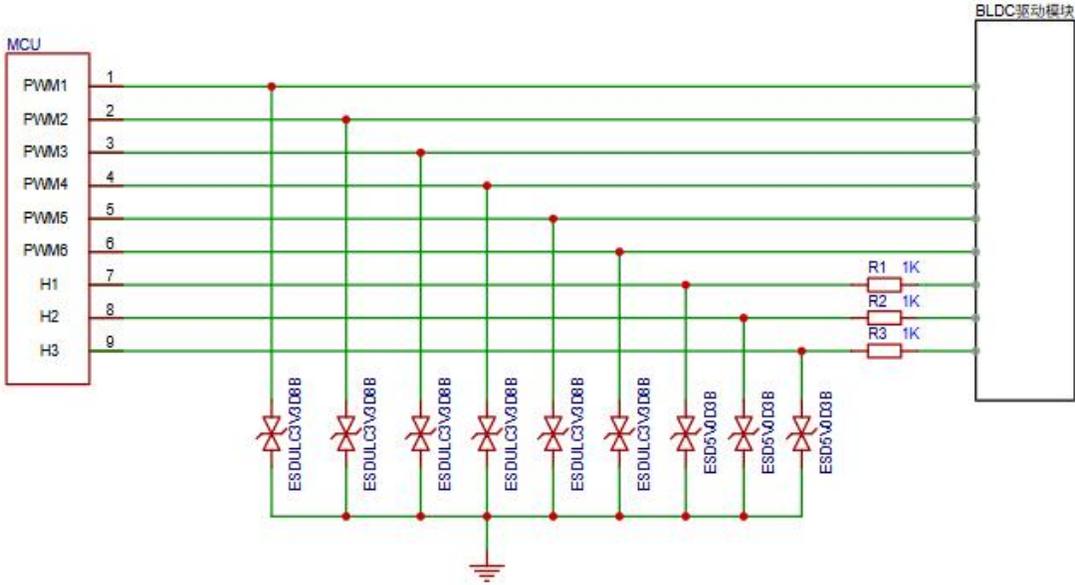


型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESD0524P	ESD	SPI接口	浪涌、静电	DFN2510

4.3.5 MCU驱动BLDC电机模块

MCU接口: MCU 控制 BLDC（无刷直流电机）通常涉及多种类型的接口，常见的有 PWM 输出接口、霍尔传感器输入接口等；

引脚定义: MCU会输出 6 路 PWM 信号，用于控制三相桥的上下桥臂；另外会有 3 路输入接口接入霍尔传感器信号，以获取电机转子的位置信息实现正确的换向



型号	器件类型	使用位置	作用	封装
ESDULC3V3D8B	ESD	MCU接口	浪涌、静电	SOD882
ESD5V0D3B	ESD	MCU接口	浪涌、静电	SOD323

谢谢大家！

了解更多： www.yint.com.cn

联系我们： sales@yint.com.cn

