

四层混合信号 PCB 外包布局技术需求

用途：脉冲式检测设备研发样机 | 委托范围：PCB 布局、布线与生产文件（不含电路原理设计） | 版本：2026-08-26

类别	必须满足的技术要求	验收与留证
项目边界	我方提供冻结的 KiCad 原理图、封装/脚序表与约束单。接包方不得修改位号、数值、网络、符号、引脚或真实电气拓扑；发现冲突先用标注截图报回。板载器件口径为 274 个，板外显示模组不进 PCB。	原理图—PCB 一致性差异 0；274/274 原生导入；无缺焊盘、无擅自替换。
板形与层叠	首板四层，矩形 120 × 100 mm 起步；若关键净距或回流无法满足，可提议放大，不得压缩硬规则。L1：关键模拟及需连续回流的信号；L2：分域地参考；L3：分区电源与非关键低速；L4：TX/Buck、接口及普通低速数字。	交付板厚、铜厚、最小加工能力与层分配说明；四层逐层图；板框/净距 DRC 0 错。
地与回流	AGND、DGND、PGND、GND_STAR 保持独立，仅经既定 0 Ω 单点连接；不得由铜皮、过孔或屏蔽形成第二连接。关键信号全程位于对应 L2 地域上方，不跨平面缝隙；高电流回流不得经过 ADC、参考源或模拟前端下方。	地网高亮图、单点连接检查及关键网回流投影图；跨域误连 0。
电源与 PI	4S 满电 16.8 V 为主，布局及安全裕量兼容 6S 满电 25.2 V。首板核验窗口：5 V = 4.5 – 5.5 V；数字/模拟 3.3 V = 3.1 – 3.5 V；ADC 1.8 V = 1.7 – 1.9 V；参考 3.0 V = 2.9 – 3.1 V；栅驱 = 11 – 13 V。模拟电源独立低噪声，去耦贴近引脚且回流最短；Buck 热环路紧凑、开关节点铜皮最小并远离模拟岛。	电源回路/去耦标注图；开关节点投影无 RX/VREF；说明电源铜宽、过孔、压降和温升依据。
功率与高压	TX 及钳位高 di/dt 回路应最短、闭合面积最小、独立 PGND 回流，并与 RX 区物理隔离；TX 线宽全程 ≥ 2 mm（含颈缩）。TX_DRAIN 按 82.4 V 峰值边界，高压区净距 ≥ 0.8 mm，并保留差分高压探头可达空间。	回路面积估算、最窄处量测、铜损/温升依据及高压边界丝印；DRC 0 间距错误。
弱信号与噪声	RX 入口先到保护器件，不绕行；RX/ADC 区远离 TX、Buck、音频 PWM、时钟和接口突发线。禁止长距离平行；必要交叉应短、正交且有连续地参考。AUDIO_PWM 与 RX/运放输入净距 ≥ 5 mm，或采用连续接地隔离。	目标是不牺牲 16 bit / 1 MSPS ADC 动态范围。首板参考：在注明带宽、增益、线圈和环境时，RX 本底噪声 ≤ 10 mV RMS；SNR 按同一激励下信号幅度/噪声 RMS 计算，不接受无测试条件的单值。
ADC 与参考	ADC_REF_3V0 走 L1、最短、0 过孔；ADC 输入对短、无分叉、环境对称且不跨地缝。ADC、参考源及本地 RC/去耦组成紧凑模拟岛；数字信号只从岛边缘进入，不在参考或输入下方换层、穿越或回流。	逐网给出长度、过孔数、所在层与参考平面；VREF = 0 过孔；关键支路截图。
高速与 EMI	USB、SD、LCD 时钟/突发数据不得穿越 RX/ADC 区，连接器靠板边；高速线保持连续回流。蓝牙天线投影及前方在全部四层禁止铜、走线、过孔和金属件，模块/排针周围设置连续地过孔围栏。	差分/时钟规则检查；天线四层 keepout 图；地围栏间距说明；无关键串扰路径。
机械、调试与 DFM	默认线宽 0.25 mm、间距 0.20 mm、过孔钻孔/外径 0.30/0.60 mm，功率/高压按更严规则。16 个测试点全在顶面；TP2 旁 10 mm 内有 TPG2；测试点周边 5 mm 内无高于 3 mm 的器件；外部接口靠板边，五个功能区、针号及高压区丝印清晰。	生产能力复核、探针可达图、装配/外壳干涉检查；硬规则逐项勾选。
采购与交付	立创商城/LCSC 为第一采购来源；BOM 记录立创编号、制造商完整料号、检索日期和可购状态，电气/机械/焊盘/脚序以制造商官方资料为准；确无匹配才转 DigiKey/Mouser 并写明原因。交付 KiCad 10 兼容源文件、Gerber、钻孔、PnP、BOM、顶/底装配 PDF、四层图、3D 图、DRC 报告及约束证据包。	DRC 0 错；网络/器件一致性差异 0；生产文件可复现；关键网长度、过孔、净距、回路面积及噪声测试条件可追溯。

说明：本页只定义 PCB 实现边界与验收证据，不披露电路工作原理。任何偏离须在落板前提交“问题—影响—建议—标注截图”并取得书面确认；若与冻结工程输入冲突，以冻结输入为准。