

应变片式 ADC 采集电子线路技术要求

针对公司产品应变片式高精度工业电子天平，委托资深硬件工程师外包完成核心电路 ADC 采集电子线路设计，核心聚焦高精度模拟电路、微弱信号采集、低噪声控制与电磁兼容优化，具体设计要求如下，需严格满足以下技术指标与设计规范：

一、核心精度指标

1. 静态显示精度指标

实现 15 万个显示分度值静态精度（内部分别率高至少 10 倍），稳定时间 ≤ 0.7 秒（例如：量程 MAX=1500.00g、d=0.01g,重复性:10 次 $\pm 0.01g$;线性: $\pm 0.05g$ ）。要求电路系统无漂移、无跳数、无分度值异常跳动，静态称重状态下，全量程范围内分度值显示稳定，分辨率匹配百万级分度值对应的微弱信号采集能力，适配高精度天平核心计量需求。

2. 动态相对精度指标

在静态硬件设计基础上，尽可能通过参数和软件改变实现快速动态显示响应，动态加载、卸载过程中，数据响应快速且无超差，在 100 毫秒的时间内实现动态误差小于 0.1%。无电磁干扰、背景噪声引发的精度偏移，全程保持计量稳定性，满足工业现场动态检测使用场景。

二、核心电路设计要求

- 核心采集模块：**采用高精度、低噪声、低漂移 Σ - Δ 型 ADC 芯片，优先适配工业级高分辨率型号，针对天平微弱重力信号（mV 级甚至 μV 级）设计专用信号调理电路，包含仪表放大器、低噪声放大、精密滤波、温漂补偿电路，彻底解决微弱信号衰减、失真问题。
- AD 板技术参数：**AD 板通过一端单排 7P 端子和另一端双排 8P 端子排插与主板通讯，并从主板得到 5V 供电。详细参数如下表所示。

参数	指标
连接传感器线制	4 线或 6 线
输出桥压	5V
最小负载阻抗	75Ω
测量信号范围	1~15mV 最小测量信号电压
最小测量信号电压	0.5μV/d
采样频率/重量刷新速率	2000HZ/15Hz
供电范围	5-12V

- **模拟电路专项：**精通高精度仪器仪表模拟电路设计，具备微弱信号检测、低噪声放大、共模抑制、零点漂移校正实战经验，针对天平计量特性，优化电路线性度、温漂系数，确保全温域范围内精度稳定。
- **校准补偿功能：**ADC 模块应提供校准补偿功能，包括多点线性补偿及温度补偿。
- **可编程增益放大器 (PGA)：**必须内置，增益范围至少覆盖 $1\times\sim 128\times$ ，以匹配不同量程的传感器。
- **接地与布线规范：**严格遵循高精度仪器布线准则，模拟地与数字地单点接地，区分强弱电区域，关键模拟信号线路做短距离布线、屏蔽处理，避免布线寄生参数、串扰影响背景噪声与精度。
- **传感器监控及保护：**能通过检测反馈端电压等方式，判断传感器是否短路或者断路，并通过协议上报异常。输入端保护以保证传感器接错线时不损坏电路。
- **通讯协议：**
 - ◆ 支持 RS232, RS485 双接口，标准 ModbusRTU 协议，支持实时重量读取、零点/量程校准、参数配置、故障上报。
 - ◆ CanOpen, ProFINet 及 EithNet 接口作为选项（单独报价）
- **看门狗：**AD 板在无数据交互或者死机时，硬件上能够自动复位。

三、电磁兼容 (EMC) 与背景噪声控制硬性要求

- 电路整体需满足工业级电磁兼容测试标准，可顺利通过传导干扰、辐射干扰、静电放电等常规 EMC 测试，适配工业现场复杂电磁环境，杜绝周边设备干扰导致天平数据异常。

- 严格控制电路背景噪声，将系统固有噪声控制在极低水平，远低于最小分度值对应的信号强度，确保静态无负载时，显示数值无漂移、无乱跳，噪声指标匹配千万级分度值精度要求。
- 优化电路抗干扰设计，包含输入信号屏蔽、干扰滤波、浪涌防护、共模干扰抑制，从原理图设计、PCB 布局两个维度同步把控干扰问题，提前规避 EMC 测试整改风险。

四、外包交付内容要求

- 完整电路原理图（含器件选型清单，标注工业级、高精度器件参数要求）。
- PCB 布局文件（遵循低噪声、EMC 优化布线规范）。
- MCU 驱动程序，开发文档，需提供协议指令说明，原理图详细说明。
- 器件选型说明与设计方案文档（含精度保障、噪声控制、EMC 设计思路）。
- 配合后期样机调试，针对精度、噪声、EMC 问题提供技术指导，确保样机达标核心指标。
- 需提供适配软件，可以实现去皮、清零、重量读取、零点/量程校准、参数配置、故障上报。

五、补充说明

- 本项目为产品核心模块线路设计，精度与稳定性为第一要务，非普通消费电子类设计，需工程师全程聚焦高精度、低噪声、抗干扰三大核心。
- 项目开发产生的源码及 PCB 设计文件归我方所有。