

产品需求文档（PRD）：双电机升降桌控制系统

版本：V1.1

日期：2026年03月20日

编制：[深圳模块空间科技有限公司]

1. 项目概述

1.1 系统组成

本系统由两块 PCB 构成（根据抗干扰能力可选方案）：

方案 A (推荐/高抗干扰)：主控板 + 集成板（触控与无线功能合并），简化装配，降低成本。

方案 B (备用)：主控板 + 触控板 + 无线接收板（三块分离，对应原始设计）。

主控板 (MCB)：核心控制单元，负责电源管理、电机驱动、逻辑运算及保护功能。

集成板/触控板 (HMI)：负责电容触摸检测、背光指示及无线信号接收。

1.2 电气特性

供电输入：29V DC / 1.8~3.0A (外部适配器)

系统供电：主控板将 29V 降压至 5V，通过线束为触控/无线板供电。

电机驱动电压：29V (PWM 调制)

2. 核心元器件与机械结构

2.1 电机参数

电机 M1 (桌面升降电机)

额定电压：29V

堵转电流：2A

转速：128 RPM

丝杠导程：20mm

霍尔传感器：双路 (A/B 相)，5V 供电，用于测速与方向判断。

接口线序：捷昌标准 6 芯线序

电机 M2 (显示器升降电机)

额定电压：29V

堵转电流：1A

转速：67.5 RPM

丝杠导程：8mm

霍尔传感器：双路 (A/B 相)，5V 供电，用于测速与方向判断。

接口线序：捷昌标准 6 芯线序

2.2 触控面板 (详见 5.2)

面板材质: 木板 (18mm)

感应方式: 电容弹簧, 抵持桌面背面(感应距离 5mm~3mm)。

弹簧尺寸: 直径 $\geq 12\text{mm}$; 高度 8~10mm。

按键数量: 4 个 背光: 每个弹簧中心设 LED 灯珠(0.3W), 需支持整体亮灭/PWM 调光。

2.3 无线遥控

方案可选:

方案一 (433MHz): 频率 433MHz (OOK/ASK), 协议为学习码 (需具备学习对码功能, 防邻居串控)。保留原 PRD 所有参数。

方案二 (2.4GHz): 如采用 2.4G 方案, 需提供配套遥控器, 协议由厂家建议 (确保低功耗与稳定性)。

距离: 室内 20 米。

3. 硬件接口定义 (极其重要)

3.1 主控板 (详见 5.1)

安装孔: 4 个, 直径 4.5mm, 孔距 X=40mm, Y=80mm, 距板边 3mm。

接口定义:

连接器	型号	引脚定义 (从左到右/从上到下)	说明
J_PWR	卧贴 5557-2P	Pin1 (卡扣侧): +29V Pin2: GND	电源输入
J_M1 (桌面电机)	卧贴 5557-6P (大)	捷昌标准线序 (粗红/黑为电源): A: MOTOR+ (红粗) B: MOTOR- (黑粗) C: HALL_B (白/黄细) D: HALL_A (蓝/绿细) E: HALL_GND (黑细) F: HALL_5V (红细)	电机及霍尔信号 (需做电平转换进 MCU)
J_M2 (显示电机)	卧贴 5557-6P (小)	同上 (捷昌标准线序)	同上
J_RJ45	RJ45/8P8C	1: +5V_OUT 2: GND 3: I2C_SCL 4: GND 5: GND 6: I2C_SDA 7: TOUCH_INT 8: LED_EN	连接至触控板/集成板

3.2 触控/集成板 (HMI)

选项 A: 集成板 (推荐, 二合一设计)

尺寸: 建议控制在 53mm x 53mm 以内, 需避开天线区域干扰。

弹簧布局: 4 个弹簧圆心间距 32mm, 中心设 LED。

接口定义:

连接器	型号	引脚定义	连接目标
J_MAIN	卧贴 2.0-8P	1-8 直通 RJ45 定义	连接至主控板 (通过线束)
(集成 RF)	板载	RF 电路直接布线	无需外部连接器

选项 B: 分离板 (备用, 原设计)

触控板尺寸: 53mm x 53mm

无线板尺寸: 20mm x 20mm

接口定义同 V1.0: 触控板需包含 J_MAIN (2.0-8P) 和 J_RF (2.0-4P) 两个连接器。

4. 功能与逻辑需求

4.1 按键映射

按键/功能	对应操作	对应触控板区域
按键 1	桌面电机(1) 上升	区域 1
按键 2	桌面电机(1) 下降	区域 2
按键 3	显示器电机(2) 上升	区域 3
按键 4	显示器电机(2) 下降	区域 4

4.2 电机控制与安全保护

调速方式: PWM 调速 (频率需根据电机噪音优化, 建议 >16kHz 避人耳)。

限位方式: 必须依赖霍尔计数做软限位。通过双路霍尔信号(A/B 相)判断运行方向和行程, 防止顶死。

过流保护: 检测电机电流, 超过堵转电流(如 $M1 > 2A$)持续一定时间(如 200ms), 立即断电并停止。

过温保护: 主控板 MOS 管或 MCU 温度过高时, 停止一切动作。

堵转/卡住处理:

如果电机启动后, 规定时间内未检测到霍尔脉冲变化 (或电流瞬间超标), 判定为卡住。

立即断电, 并发出报警声 (蜂鸣器鸣响)。

防夹功能: 通过霍尔脉冲频率监控速度, 若速度骤降 (阻力增大), 立即反转一小段距离后停止。

急停: 需设计硬件或软件急停触发方式 (可通过特定按键组合或外部中断输入), 切断电机驱动使能。

4.3 触控与背光逻辑 (防误触)

状态机描述:

休眠 (SLEEP): 背光熄灭。任何触摸仅唤醒系统, 不执行电机动作。

唤醒 (AWAKE): 背光亮起。此时触摸按键无效 (不执行电机动作), 仅刷新 10 秒无操作计时器。

激活 (ACTIVE): 第二次触摸且在同一按键区域**稳定按下超过 50ms** 后, 系统进入 ACTIVE 状态, 执行对应的电机动作。任何有效触摸都会刷新 10 秒无操作计时器。

超时: 10 秒无任何触摸, 返回 SLEEP 状态。

4.4 无线对码逻辑 (针对 433MHz 方案)

进入对码模式: 在触控板上执行特定手势: “**按键 1 按 2 次 → 按键 2 按 2 次 → 按键 3 按 2 次**”(即 112233), 需在 3 秒内完成。

学习过程: 主控检测到此手势后, 通过 I2C 或 GPIO 通知无线部分进入学习状态。无线部分收到遥控器信号后, 将解码数据传回主控存储。

防串扰: 使用学习码, 确保只有配对过的遥控器能操作。

2.4G 方案: 如采用 2.4G, 需提供配对按钮或特定上电配对逻辑, 由厂家建议方案。

4.5 冲突与异常处理

同时按键: 当检测到上下同时按 (如按键 1 和 2 同时有效) 时, 电机**立即停止**。

多按键: 同时按下不同电机的按键, 两个电机均可独立运行

电机运行时触控失效: 电机运行期间, 触摸控制应保持有效 (可立即停止或反转)。

4.6 高级按键交互指令

以下指令均在 ACTIVE 状态下识别 (系统已被唤醒且处于可执行状态), 除非特别说明。

指令类型	触发方式	动作描述	备注
唤醒/休眠	任意按键触碰	从 SLEEP 进入 AWAKE, 点亮背光, 不执行动作。 10 秒无操作返回 SLEEP。	基础逻辑
单电机连续运行	按键 1 长按 ≥1 秒	1 号电机持续上升, 手指离开立即停止。	点动/长按模式
	按键 2 长按 ≥1 秒	1 号电机持续下降, 手指离开立即停止。	
	按键 3 长按 ≥1 秒	2 号电机持续上升, 手指离开立即停止。	
	按键 4 长按 ≥1 秒	2 号电机持续下降, 手指离开立即停止。	
老化测试模式	按键 1 连击 3 次 (1 秒内)	进入 1 号电机老化测试模式 (自动反复上下运行)。任意按键退出。	用于出厂测试
	按键 3 连击 3 次 (1 秒内)	进入 2 号电机老化测试模式 (自动反复上下运行)。任意按键退出。	
行程自学习	按键 1 + 按键 2 同时长按 ≥5 秒	1 号电机自动运行至最高点遇阻 (机械限位或霍尔堵转检测), 然后向下运行至最低点遇阻, 最后向上 5mm 停止。系统记录总行程并分别减去 5mm 作为上下软限位, 同时将此位置设为出厂默认起点。	学习过程中蜂鸣器可提示开始/结束
	按键 3 + 按键 4 同时长按 ≥5 秒	2 号电机执行同上自学习流程。	

指令类型	触发方式	动作描述	备注
记忆位置保存	按键 1 + 按键 4 同时长按 ≥ 5 秒	将当前两个电机的高度保存为“记忆高档 (站姿)”，覆盖之前设置。	蜂鸣器或背光灯闪烁确认
	按键 2 + 按键 3 同时长按 ≥ 5 秒	将当前两个电机的高度保存为“记忆低档 (坐姿)”，覆盖之前设置。	
记忆位置调用	按键 1 + 按键 3 同时长按 ≥ 1 秒	两个电机同时运行至已保存的“记忆高档 (站姿)”位置。	运行过程中触碰任意键停止
	按键 2 + 按键 4 同时长按 ≥ 1 秒	两个电机同时运行至已保存的“记忆低档 (坐姿)”位置。	

注:

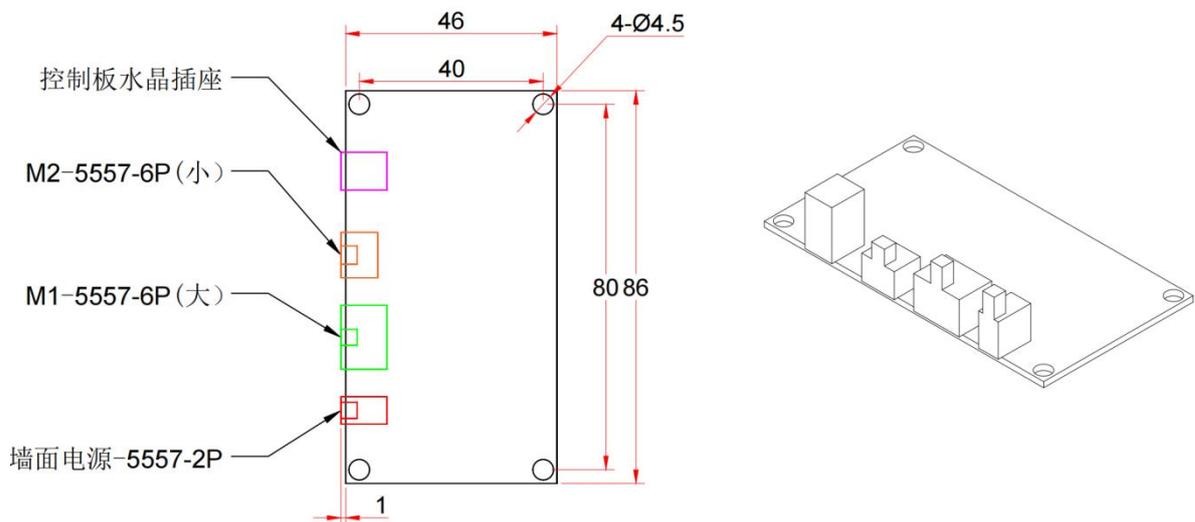
记忆位置 保存的是双电机的联合高度，因此调用时双电机同步移动。

行程自学习后，软限位自动设置为总行程两端各减去 5mm，以保护机械结构。

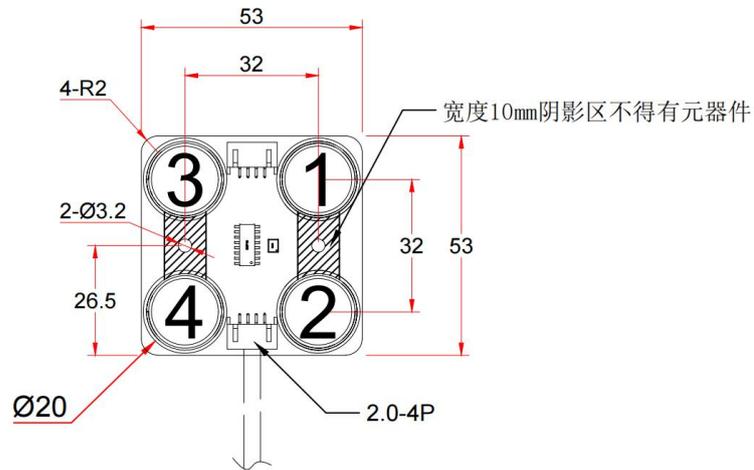
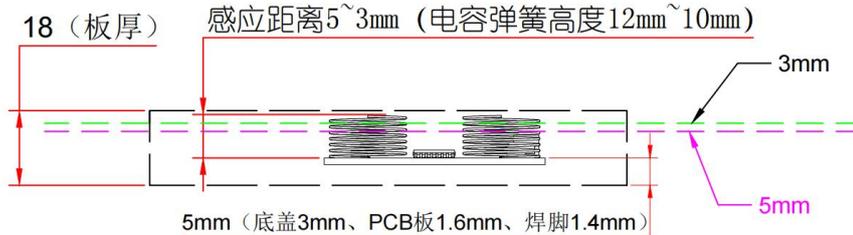
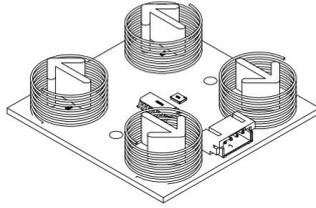
所有组合键的识别需精确计时，避免误触发。

5. 板框设计

5.1 主控板



5.2 触控板



6. 厂家交付要求

方案确认： 请评估是推荐采用**集成板（二合一）** 还是**分离板（三块）** 方案，并说明理由（成本/抗干扰/可靠性）。

原理图确认： 基于上述接口定义，提供详细的原理图供我方确认。

PCB 堆叠与布局： 确保所有 PCB 的物理尺寸、安装孔位、连接器位置与我方要求一致。

固件功能验证： 提供样机测试上述所有逻辑功能（特别是霍尔软限位、防夹、防误触状态机）。

线束定义： 提供完整的线束图纸（RJ45 转 2.0-8P 等）。

请厂家根据以上 PRD 评估可行性并提供初步方案与报价。