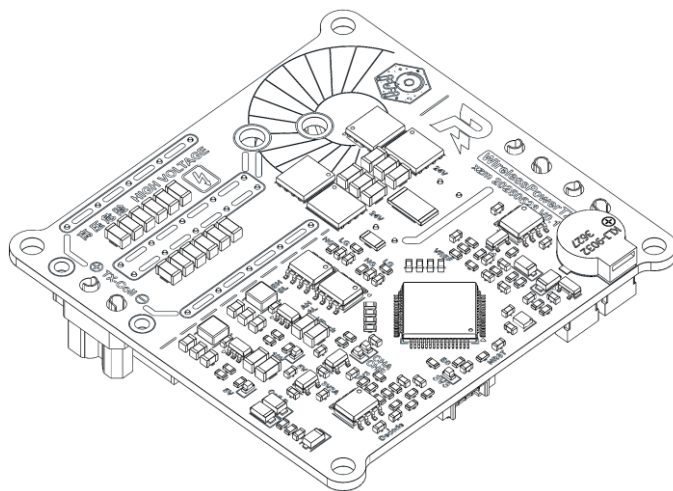
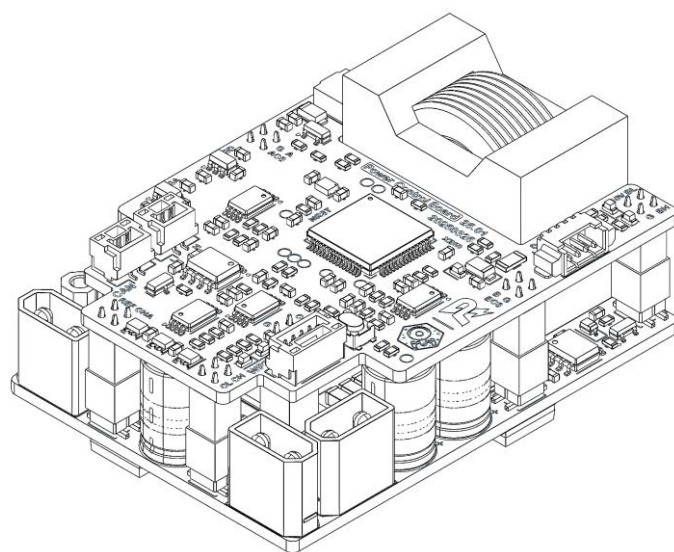


超级电容与无线充电系统使用说明

RM2025 香港科技大学 ENTERPRIZE 战队

2025/10/06 V1.0



目录

1. 硬件焊接.....	3
1.1 下板焊接注意事项.....	3
1.2 上板焊接注意事项.....	3
2. 开发环境.....	4
3. 基本硬件连接.....	4
4. 硬件调试流程.....	5
4.1 首次上电.....	5
4.2 首次烧录代码	6
4.3 首次上电.....	6
4.4 校准电压.....	7
4.5 校准电流.....	8
4.5 应用校准参数	8
5. 无线充电发射端线圈绕制	9

版本记录

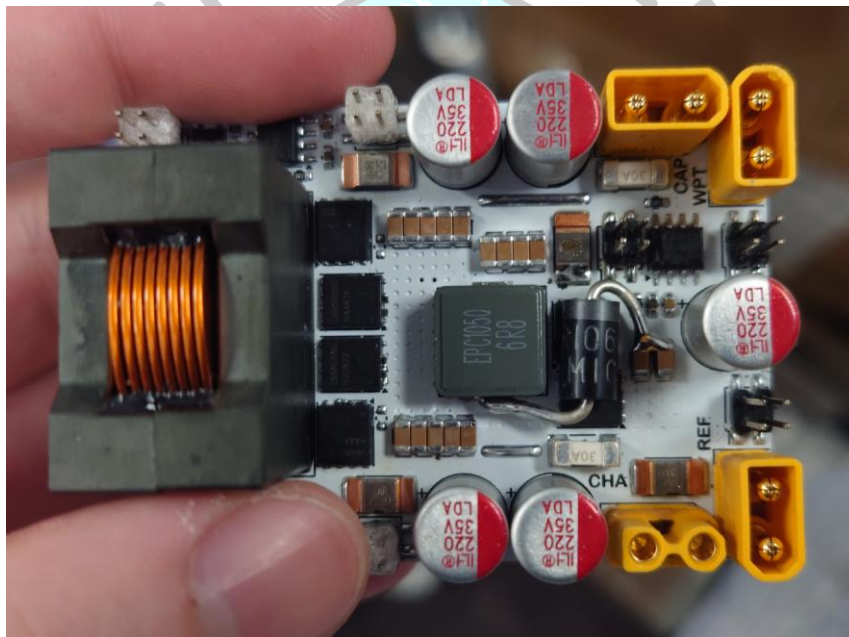
V1.0	第一版使用手册	2025/10/07

1. 硬件焊接

1.1 下板焊接注意事项

推荐焊接顺序为：

- 焊接贴片元件
- 焊接排针，注意要尽可能准地对齐，且尽可能垂直朝上
- 电容、2923 电感最后焊接
- 在无线充电 Buck 的上管并联焊接一个肖特基二极管，这一步是为了防止在电容端悬空、电压快速上升时，电容端通过 Buck 上管的体二极管给无线充电端电容充电，瞬时电流过大导致上管损坏，表现为无法达成较高占空比或无法打开。如图：



1.2 上板焊接注意事项

焊接上板推荐顺序为：

- 焊接贴片元件
- 验证 MCU 功能
- 将排母插至下板，叠加上板，以便对齐焊接

上板可以使用 SMT 来减小工作量，只贴片电阻电容成本较低且可以显著提高稳定性

2. 开发环境

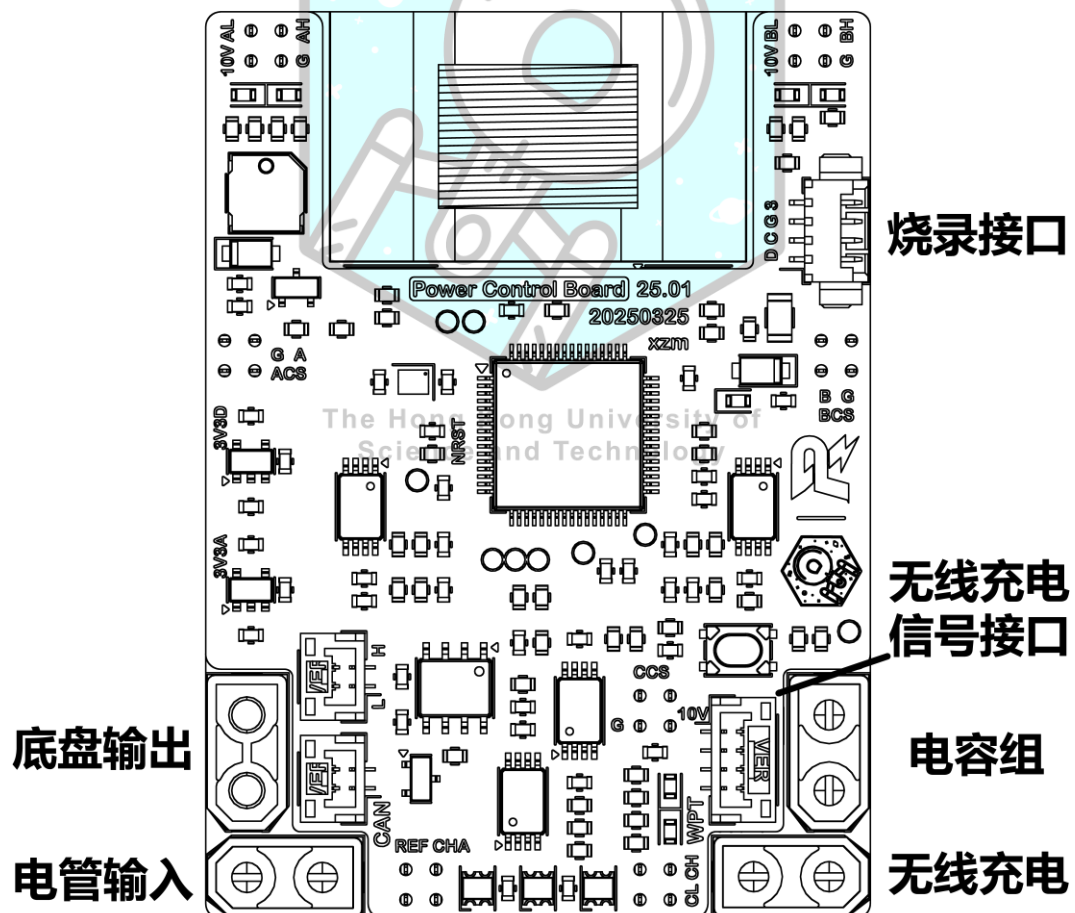
开发环境沿用了 RM2024 开源中使用的工具链，也是在 ENTERPRIZE 队里通用的开发工具链：

- 工具链与 IDE 使用了 STM32CubeMX + GCC + VSCode.
- STM32CubeMX 能够帮助生成 Makefile 文件、LinkerScript 文件

工程中 SuperCap.mk 使得代码可以使用 C++编写，同样也是沿用了队里的配置方法。

3. 基本硬件连接

功率控制板的基本连接方式如图：



- 烧录接口：与大疆 C 板相同，为不带锁的 4Pin 接口
- 无线充电信号接口：带锁的 GH1.25 接口，与无线充电线圈板连接
- 底盘输出：XT30 母头，连接底盘电机
- 电管输入：XT30 公头，连接电源管理模块的 Chassis 接口
- 无线充电：XT30 公头，连接无线充电线圈板的 XT30 输出接口
- 电容组：XT30 公头，连接电容组（电容管理模块 CM01 的输入接口）

除了无线充接口外，其他 XT30 接口内部都接有 SMCJ28A TVS，击穿电压为 34V 左右。

实际调试中，当接有感性负载（如 M3508 电机），输入接口**一定要使用电池供电**，如果使用可调电源供电，电流无法倒灌，会有烧毁 TVS 的风险，现象为**输入短路**。

无线充电接口接有 SMCJ33A，击穿电压相对较高，实际使用中该接口设计在 30V 一下运行。

4. 硬件调试流程

4.1 首次上电

首次上电前，需要通过万用表通断当测量各电源网络短路情况：

- 各 XT30 接口，10V、5V、3.3V、3.3VA 电源

接入可调电源（任意 XT30 接口），将限流调整为 0.1A，电源从 4.0V 左右逐渐上升，此时观察 3.3V 网络和 3.3VA 网络的电源是否正常

将电压从 5.0V 左右缓慢上调，观察 5V 网络的电压是否正常

将电压从 10V 左右缓慢上调，观察 10V 网络的电压是否正常

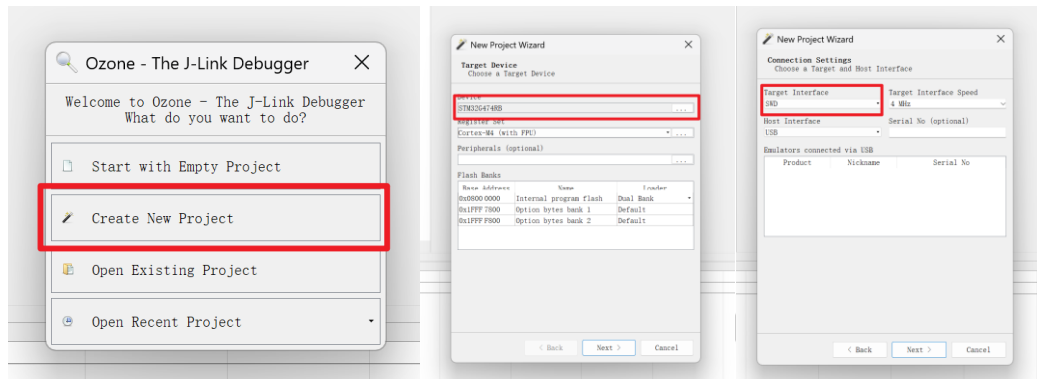
测试电源过程中，如果一切正常，可调电源应该不会出现限流的情况。

如果有条件，二元使用示波器观察 5V 和 10V 的输出纹波（一般不需要）。

4.2 首次烧录代码

断开所有 XT30 供电，插入调试器，使用 VSCode 打开工程，在终端中输入 `make -j`，编译成功后应有绿色的 Build success 提示

打开 ozone，创建工程



文件选择 `/build` 文件夹中的 `.elf` 文件

点击左上角的绿色按钮，弹出窗口点击 accept

代码运行后，在 Watched Data 窗口添加 `sysData`，右键 Refresh Rate 选择 5Hz，如果代码正常运行可以观察到 `vTick` 变量增加（单位 ms）

Watched Data 1	
Expression	Value
<code>sysData</code>	
<code>vTick</code>	3 074
<code>systemInitd</code>	0

4.3 首次上电

首先保证关键硬件选型与开源一致（例如采样电阻、放大器倍数、晶振频率等）

在 `Core/Inc/Calibration.hpp` 中将 `CALIBRATION_MODE` 解除，再次编译烧录

```

// #define WPT_HARDWARE
#define CALIBRATION_MODE
    
```

在 Watched Data 窗口添加 `adcData`，将裁判系统 XT30 接口供电 24V，限流 0.1A，电容组 XT30 接口接入电子负载，尝试通电，如果输出电源为 28.8V 左右即可

观察 `adcData` 中的 `vA`、`vB`、`vWPT` 应该都有度数

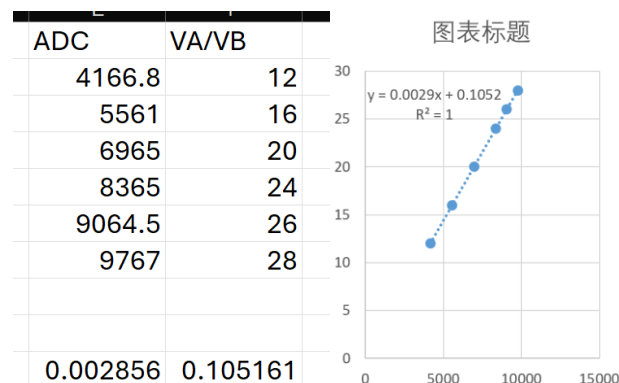
将限流调大，尝试开启负载（0.5A 左右），观察功率损耗不会过大，功控板没有明显发热

再次将限流调大至 3A 左右,负载恒流模式逐渐加大,可观察到可调电源功率不会超过 37W,此时 iA、iB 应该都有合理读数

4.4 校准电压

在 CALIBRATION_MODE 定义时, adcData 中会有 tempData 变量, 分别为 iA、iR、vA、iB、vB、iWPT、vWPT 的 ADC 原采样值的四倍 (四次采样累加)

将裁判系统接口、电容组接口、无线充电接口分别接入可调电源, 调整可调电源的电压, 将对应原始数据记录在 Excel 中:



记录数据后, 下边的图表应该近似为一条直线, R^2 应该为 1 或 0.99 左右, 说明校准值较为合理

在 Core/Inc/Calibration.hpp 中仿照示例复制一份新的校准参数, 将 Excel 表格中拟合出的斜率和截距复制进去 (注意需要复制完整的数值, 包括很多位小数点), 注意:

- 粘贴进去的值应与原来的示例值相近, 符号一致
- 小数后面需要加入 f

```
#elif (HARDWARE_ID == 501) // 英雄

#define HARDWARE_UID_W0    0x00540049
#define HARDWARE_UID_W1    0x534B5008
#define HARDWARE_UID_W2    0x20343732

#define ADC_VA_K            0.00284025493302185f
#define ADC_VA_B            0.096382087f
#define ADC_VB_K            0.00283064245539459f
#define ADC_VB_B            0.096382087f

#define ADC_IA_K            -0.00426032707865977f
#define ADC_IA_B            34.6220566648572f
#define ADC_IB_K            0.00436961348441836f
#define ADC_IB_B            -35.442372697575f

#define ADC_IREF_K          0.00438520650402692f
#define ADC_IREF_B          -35.6851326479174f
```

4.5 校准电流

在 Ozone Watched Data 窗口中添加 psData

调整恒流负载值，使输出电压约为输入电压的 0.8 倍，将 **psData.dcdcMode** 改为 5 (**CALIBRATION_B**)，断开负载，此时输出电压应该稳定在输入电压的 0.8 倍左右

调整负载电流，记录 iB 的 ADC 原始数据和实际数据（如有外置较为精准的电流表更好，使用可调电源和可调负载的读数也可以）

重跑代码，调整恒流负载值，使输出电压约为输入电压的 1.25 倍，将 **psData.dcdcMode** 改为 4 (**CALIBRATION_A**)，断开负载，此时输出电压应该稳定在输入电压的 1.25 倍左右

调整负载电流，记录 iA 和 iR 的 ADC 原始数据和实际数据（如有外置较为精准的电流表更好，使用可调电源和可调负载的读数也可以）

在 Core/Inc/Calibration.hpp 中仿照示例复制一份新的校准参数，将 Excel 表格中拟合出的斜率和截距复制进去（注意需要复制完整的数值，包括很多位小数点），注意：

- 粘贴进去的值应与原来的示例值相近，符号一致
- 小数后面需要加入 f
- 电流的误差可能较大 (R^2 值可能在 0.98-1)，精度低于电压采样，这是正常现象

4.5 应用校准参数

记录 Ozone Watched Data 窗口中 sysData.hardwareUID 的值，将其复制到 Core/Inc/Calibration.hpp 中的 HARDWARE_UID_W0-W2

再次检查校准值与示例校准值相近且正负号一致，重新编译代码，烧录

此时从 adcData 中观察到的读数应该较比之前较为准确。

5. 无线充电发射端线圈绕制

1. 采用 T141-2 羰基铁粉芯磁芯（外径 36*内径 11 厚度 11mm），0.1*200 股利兹线，以目标绕制 6.8uH 左右的谐振电感为例，需要准备 1 米左右的利兹线
2. 将利兹线绕制 20 圈左右，绕制时需要保证线较紧，分布均衡，两面留出较长余量
3. 给利兹线末端上锡：将利兹线使用金属台钳夹住（保证散热快，防止将过长的绝缘层烧毁），露出 1cm 左右，建议使用较大的刀头烙铁调至 400°C 进行上锡
4. 使用 LCR 电桥测量感值并调整绕制圈数，当调整至目标感值附近时将利兹线和磁芯打胶固定（例如使用 UV 胶），将两端线头剪短，重复上锡步骤
5. 最后将整体线圈焊接在 PCB 板上，将线圈主体与 PCB 板打胶固定，在调试好功能后（比较确定之后不再需要修改）建议对焊点即焊点延伸出的线也进行打胶固定。

