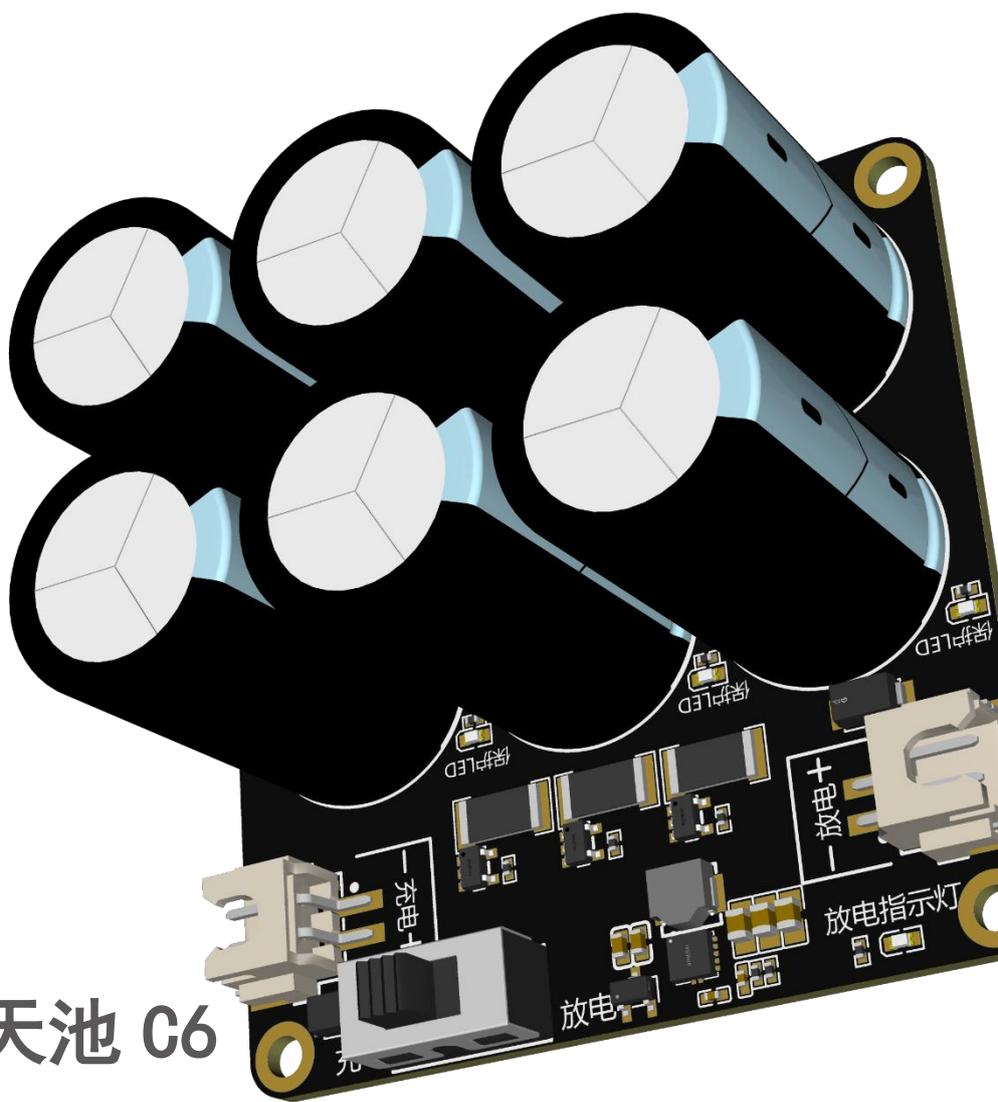


一点创绘



超级电容组 天池 C6

产品手册

产品序号: YDI1502V1

卢佳威

2024.09.04 发布

目录

1. 更新日志	3
2. 超级电容组 天池 C6 各功能介绍	4
2.1 放电接口	5
2.2 充电接口	7
2.3 Ø3mm 工艺孔	8
2.4 放电开关	9
2.5 放电指示灯	10
2.6 超级电容保护	11
2.7 多功能充、放电接口	12
3. 超级电容组 天池 C6 参数	13
4. 超级电容组 天池 C6 相关参数计算	14
4.1 超级电容容值计算	14
4.2 超级电容电压计算	14
4.3 超级电容储能计算	14
4.4 超级电容内阻	14
4.5 超级电容均衡电路	15
4.6 我们使用的超级电容参数	16
5. 测试数据	17
5.1 超级电容放电接口输出电压	17
5.2 超级电容充电时间	18
6. 使用注意事项	19
7. 3D 模型	20

1. 更新日志

日期	版本	修改记录	修改人
2024.09.04	V1.0	首次发布	LJW
2024.10.25	V1.1	加入转换效率计算，修改一些错别字	LJW

2. 超级电容组 天池 C6 各功能介绍

超级电容组正视图如下（有超级电容模型）：

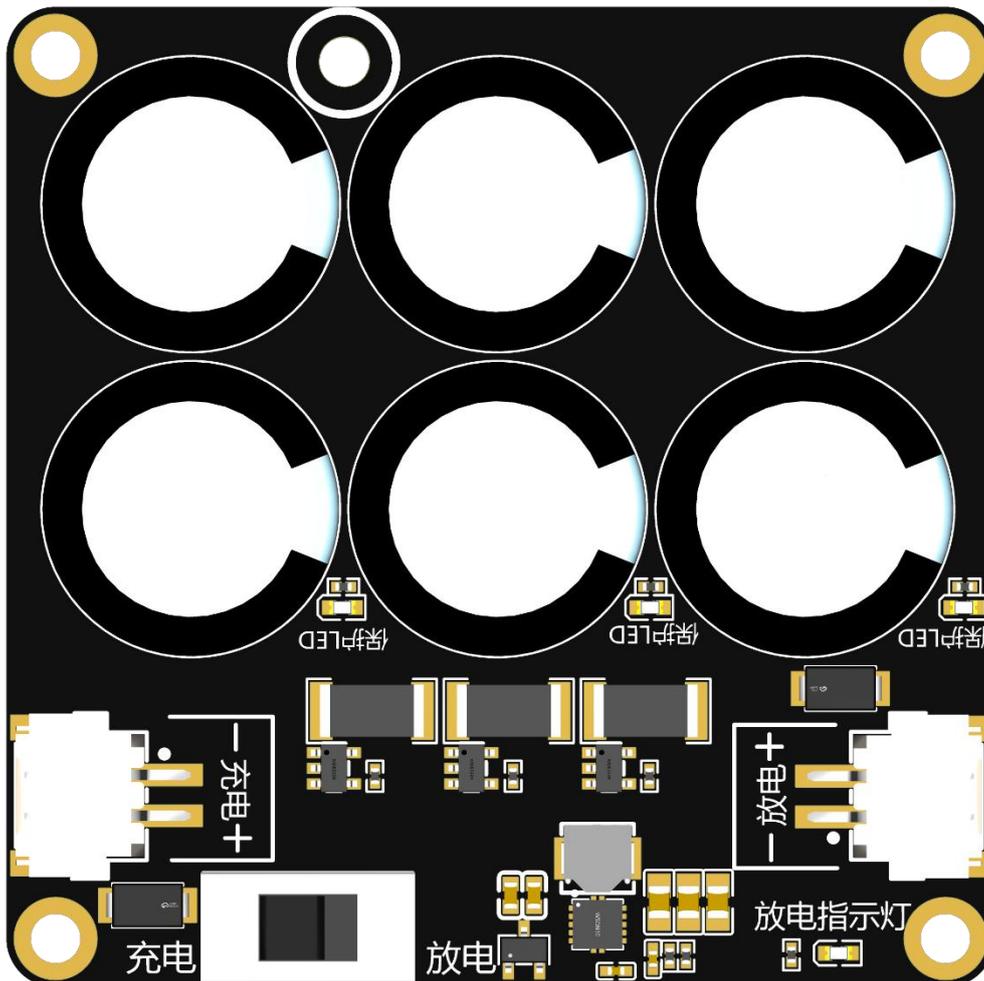


图 2.1 超级电容板正面图（有超级电容模型）

背面图如图 2.2 所示：

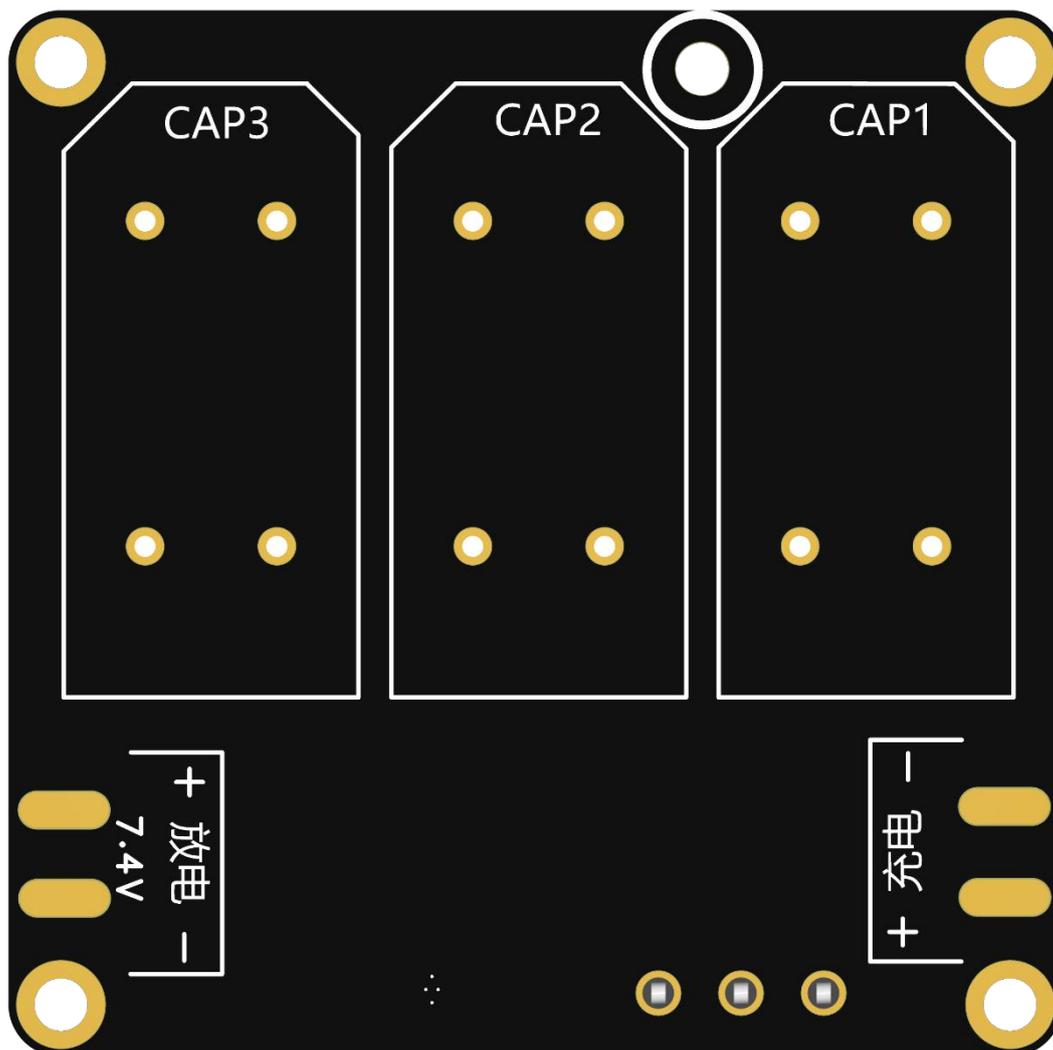
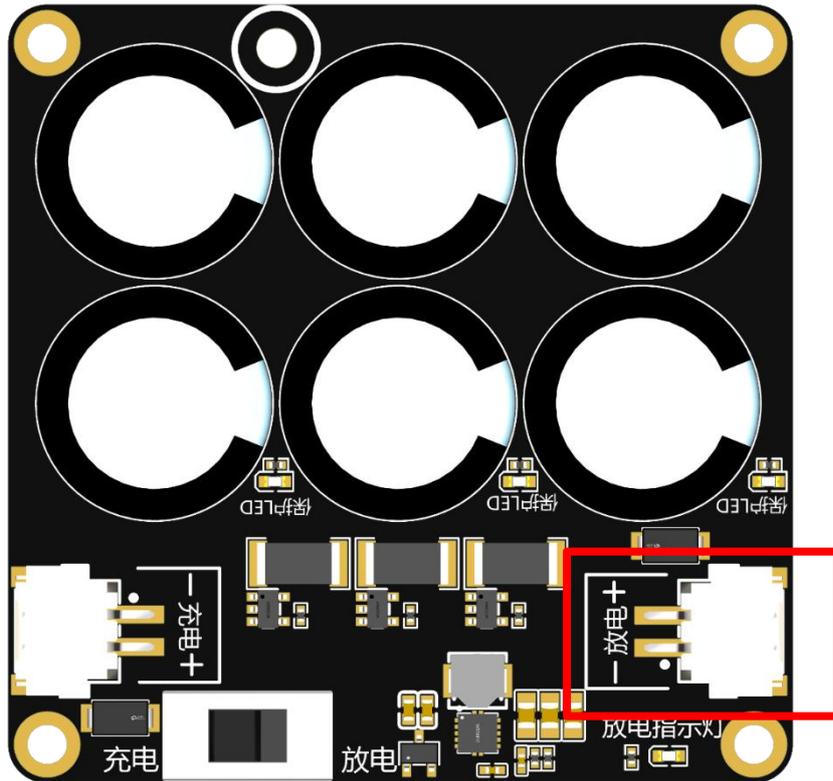


图 2.2 超级电容板背面图（有超级电容模型）

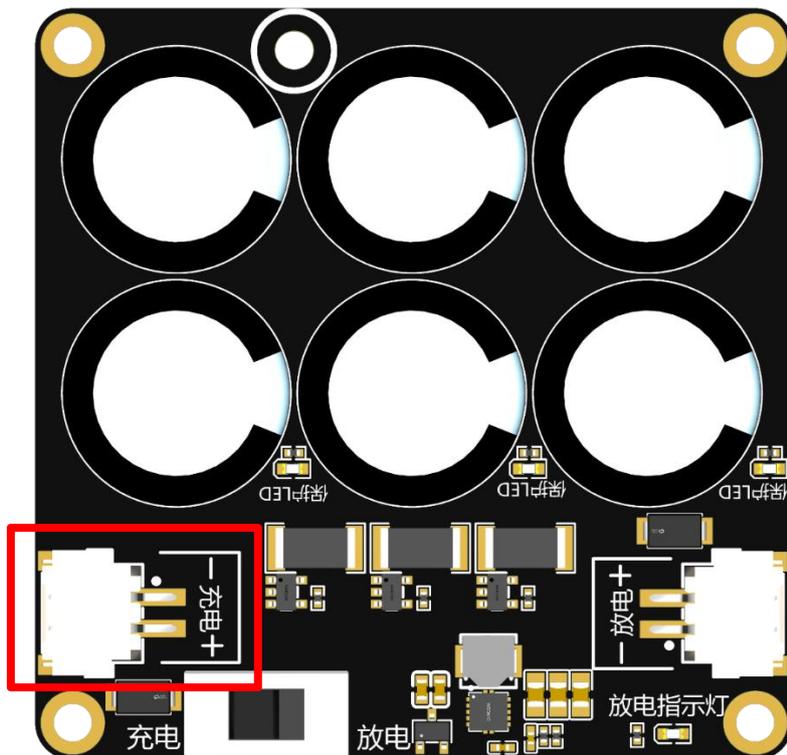
2.1 放电接口

根据要求，超级电容组有一个充电接口和一个放电接口，当然根据超级电容的性质，充电接口也可以放电。本手册为了方便统一，充电接口只充电。而我们的放电接口只能放电不能充电，且输出电压为 $7.4V \pm 0.1V$ 。放电接口如下：



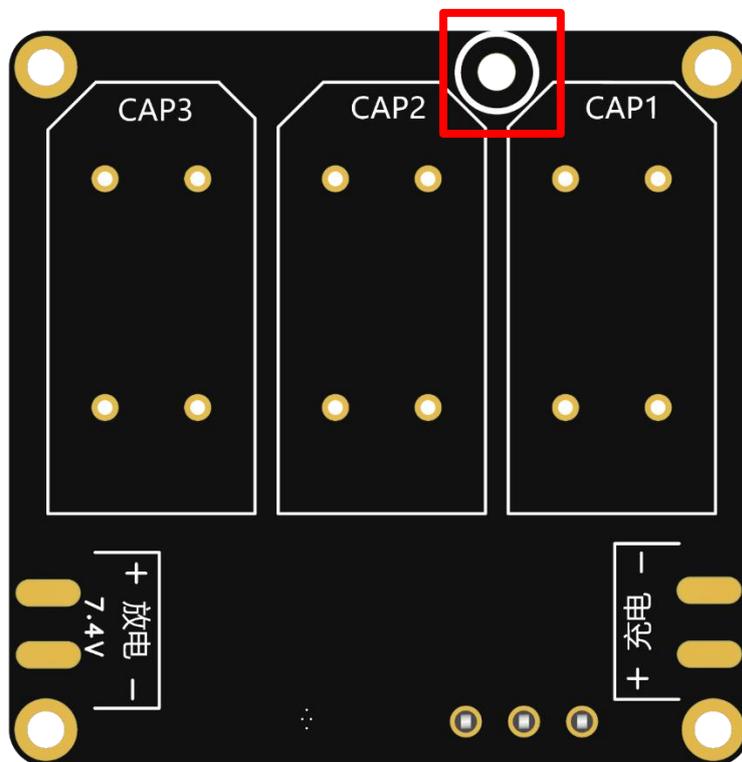
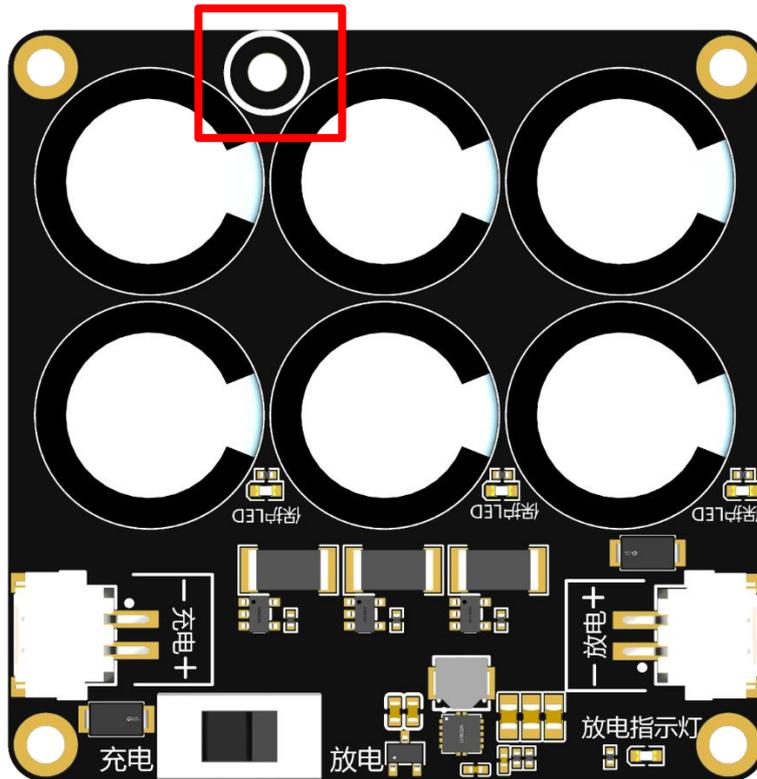
放电接口采用防呆设计，使用一点创绘所提供的 XH2.54 2P 的排线直接连接放电稳压部分即可。使用该接口的目的是防止大家在接线时不小心接反了。若使用其他设备作为放电的稳压部分，可看接口旁边所显示的正负极来连线。**注意：能源电路板正负极一定不能接反，否则可能会造成一定的安全隐患。**当然在放电时要先将放电开关拨到放电档。

2.2 充电接口

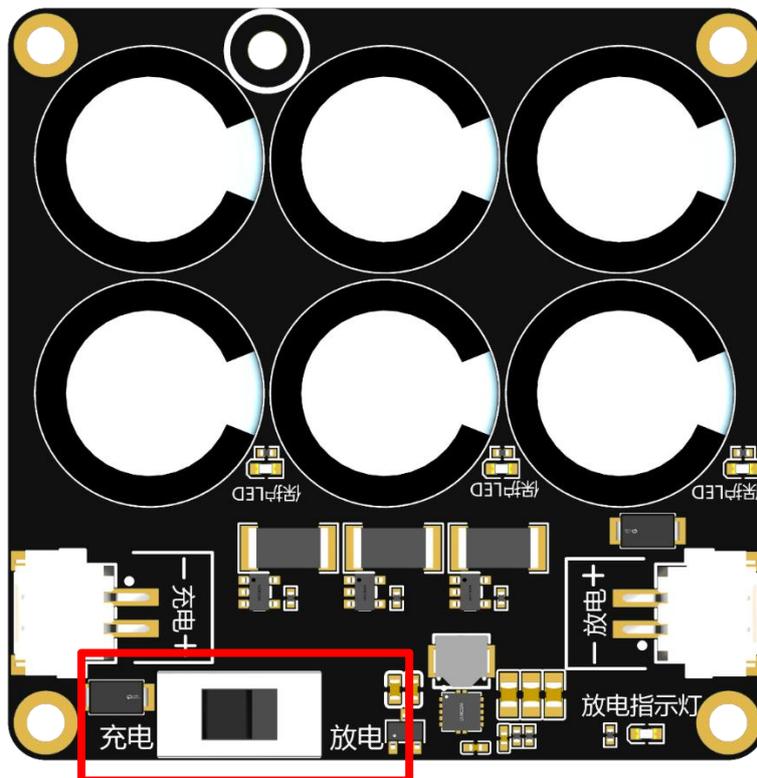


充电接口采用防呆设计，使用一点创绘所提供的 XH2.54 2P 的排线直接连接充电部分即可。使用该接口的目的是防止大家在接线时不小心接反了。若使用其他设备给能源电路板充电，可看接口旁边所显示的正负极来连线。**注意：能源电路板正负极一定不能接反，否则可能会造成一定的安全隐患。**在充电时放电开关拨到充电档位。

2.3 Ø3mm 工艺孔

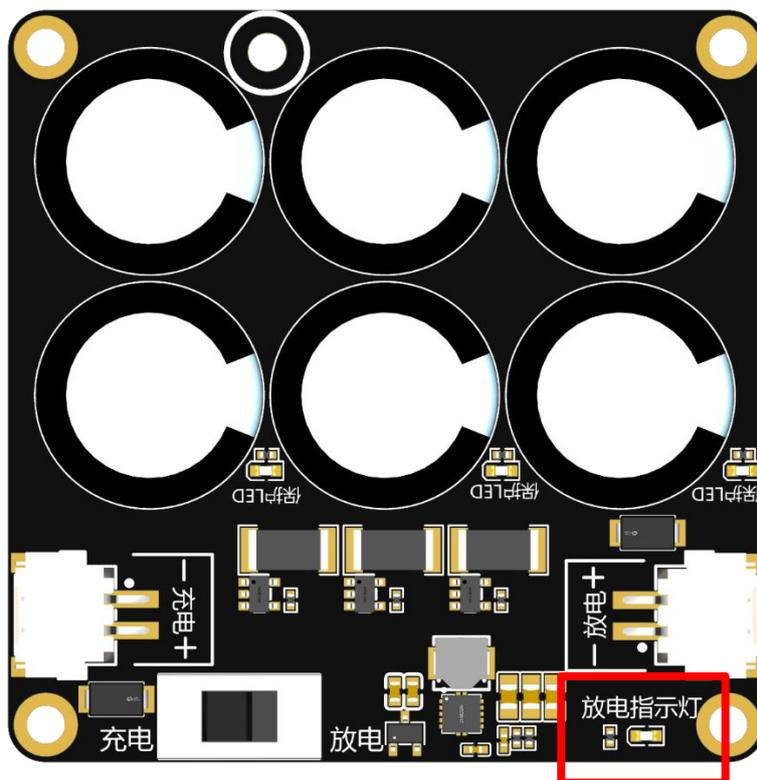


2.4 放电开关



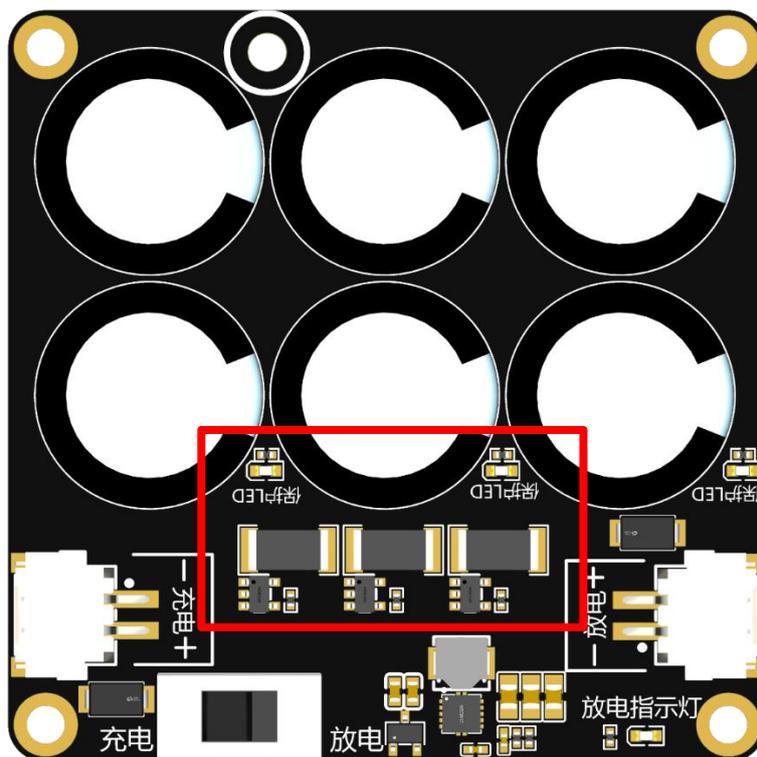
放电时需要拨到放电档（向右拨），充电时要取消放电档（向左拨）。

2.5 放电指示灯



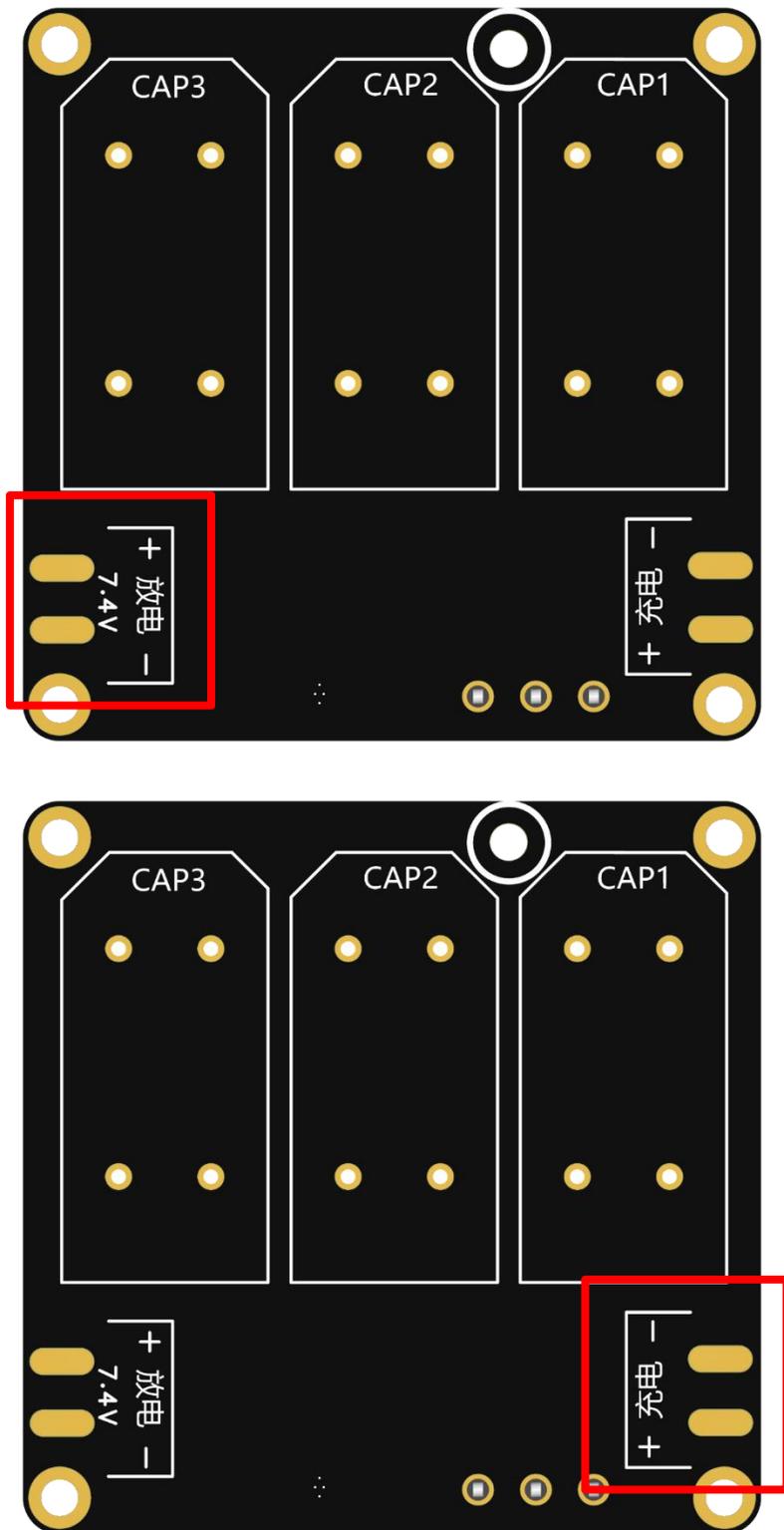
当能源电路板处于放电档时，该指示灯亮起，故一般情况下为了省电，可以将放电开关取消放电档。

2.6 超级电容保护



超级电容保护功能，包括热插拔保护和超级电容过压保护。因为选择的每个超级电容电压为 2.5V/60F，故超级电容充电时电压不能超过 2.5V。所以设计了超级电容过压保护电路（被动均衡电路），当超级电容电压将大于 2.5V 时，保护电路会限制超级电容此时的电压维持在 2.5V，保护指示灯将会亮起，且此时电路可能发热，属于正常现象，长时间处于保护状态可能会发烫，注意不要烫伤。

2.7 多功能充、放电接口



超级电容组背面有充电和放电两个焊盘，方便焊线、测量等其他操作。该焊盘的功能与正面的充电/放电接口功能一致。使用时请注意正负极。

3. 超级电容组 天池 C6 参数

项目	参数	备注
超级电容组等效容值	120F/3=40F	焊接 6 个电容
超级电容组输出电压	7.4V±0.1V	
超级电容组最大输出电流	2A	
超级电容组最大充电电压	7.5V	串联：2.5V*3=7.5V 注意虚电（见 4.4），即充满后超级电容实际电压没有 7.5V
单个超级电容容值	60F	
单个超级电容最大电压	2.5V	
超级电容组接口最大承受电流	2A	
均衡电流	200mA	
建议最大充电电压	7.0V	
超级电容组尺寸	60mm*60mm*45mm（长×宽×高）	

4. 超级电容组 天池 C6 相关参数计算

4.1 超级电容容值计算

$$\text{串联: } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$\text{并联: } C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

4.2 超级电容电压计算

$$\text{串联: } U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$\text{并联: } U = \min(U_1, U_2, \dots, U_n) \text{ 一般来说 } U = U_1 = U_2 = \dots =$$

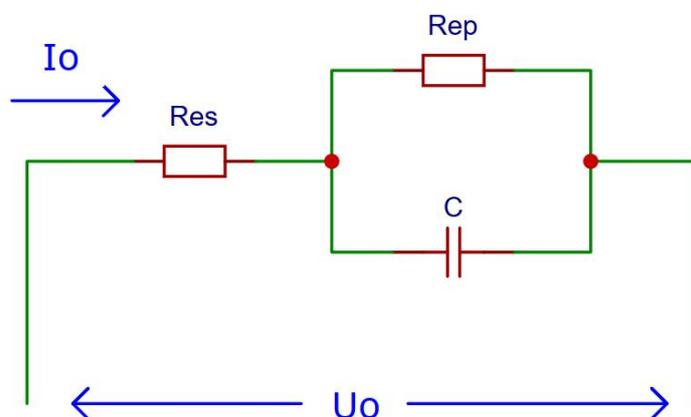
U_n

4.3 超级电容储能计算

$Q = \frac{1}{2}CU^2$, 其中 Q 是能量 (单位: 焦耳 J) , C 是超级电容容值 (单位: 法拉 F) , U 是电压 (单位: 伏特 V)

4.4 超级电容内阻

超级电容等效模型如下图所示:



我们可以看到在一个超级电容内部，有两个等效电阻 R_{es} 和 R_{ep} ，这就会导致两个比较明显的现象。

① **虚电**：假如给超级电容两端充电电压 $U_o = 2.7V$ ，因为有 R_{es} 的影响，我们可以计算出电容 C 两端的电压为 $U_c = U_o - I_o \times R_{es}$ ，故实际电容两端电压会小于充电电压。

② **自放电**：因为 R_{ep} 的影响，超级电容在不接任何设备时， R_{ep} 和 C 形成放电电路，即超级电容内部也会消耗能量，电容 C 的电量会缓慢降低。

4.5 超级电容均衡电路

超级电容跟锂电池一样，是需要做均衡电路的（均衡问题大家可以查锂电池均衡），否者充电会很危险。因为加了均衡电路，当超级电容几乎充满电时，即均衡电路触发时，电路会发热消耗能量（不是超级电容发热），这属于正常现象。

4.6 我们使用的超级电容参数

容值：因为是串联，所以 $\frac{1}{C} = \frac{1}{120F} + \frac{1}{120F} + \frac{1}{120F}$ ，故 $C = 40F$ ，即三个 120F 电容串联，整体容值为 40F。

电压：因为是串联，所以 $U = 2.5V + 2.5V + 2.5V$ ，故 $U = 7.5V$ ，即三个 2.5V 电容串联，整体电压是 7.5V。

储能量： $Q = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2} \times 40F \times 7.5V \times 7.5V = 1125J$

虚电问题：因为超级电容虚电等原因，若大家充电到满电 7.5V，但实际电压肯定比这个低，可能实际上只有 7V，此时储存能量为 $Q = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2} \times 40F \times 7V \times 7V = 980J$ （注意，超级电容保护电路可能会发热甚至发烫，注意不要烫伤）

实际可用能量：因超级电容能量不可能用完，即当超级电容电压低于 2.5V 时升压电路不能将电压升到 5V，故在 2.5V 以下的电压都将不能使用，即一共浪费能量： $Q = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2} \times 40F \times 2.5V \times 2.5V = 125J$ 。我们实际可用能量为 $980J - 125J = 855J$ 。

使用时间：在使用我们一点创绘读卡播报套件，且加入电机负载时，工作功率大约在 5V/0.1A，这里我们冗余计算按 5V/0.2A 处理。那使用时间为 $UIt = 5V \times 0.2A \times t = 855J = Qc$ ，计算出使用时间为： $t = 855s = 14.25min$ （此处采用冗余计算，实际使用时间可能比计算时间长或短，一切以实际为准）

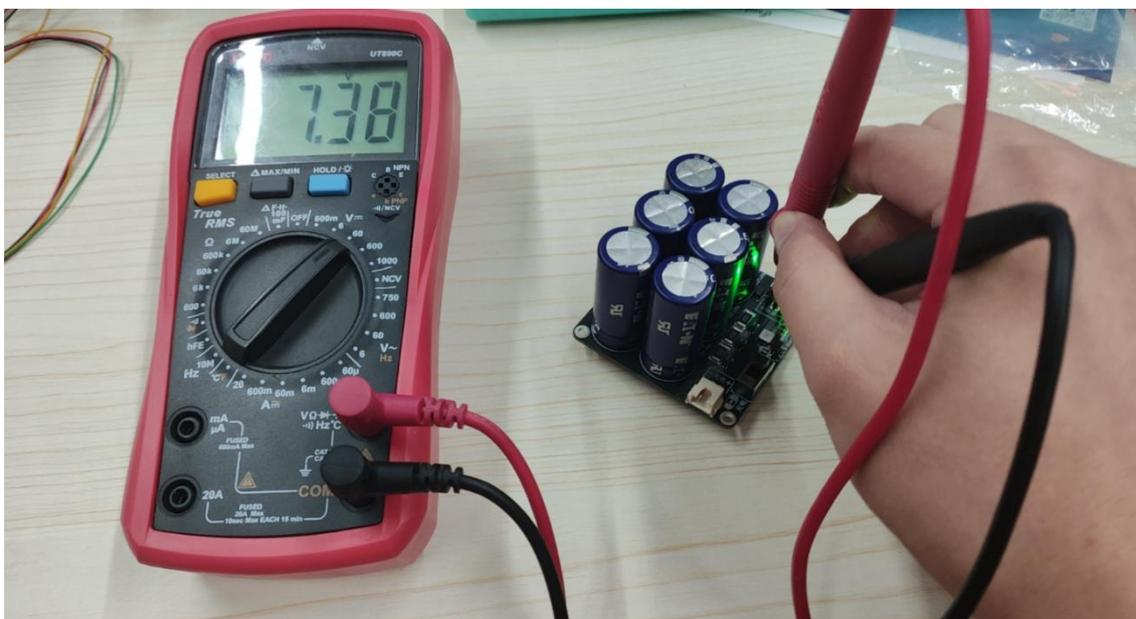
5. 测试数据

5.1 超级电容放电接口输出电压

将放电开关拨到放电档位，如下图所示：



用万用表检测放电接口两端的电压，检测到电压值在 7.38V，符合 $7.4V \pm 0.1V$ 的标准。注意：不同的超级电容组可能因为些许误差，以及万用表也会有一定的误差，故每个人检测出来的电压值可能不同，但都符合该精度要求。



5.2 超级电容充电时间

使用如下图所示可调电源作为电源给超级电容充电。充电电流为 1A，充满电电压为 7V。



超级电容组初始电压为 0V，超级电容组等效容值为 40F，如下图所示：



记录超级电容组充到 7V 时所用时间：**4 分 39 秒**

6. 使用注意事项

1、超级电容组的两个接口（防呆接口和通用接口）不能接反，否者可能造成一定的安全隐患。

2、当超级电容组底面的三个 LED 指示灯都点亮时，表示三个超级电容上的电压都在 2.5V，此时表示充满（当然三个灯都没亮时可能也已经充满）。此时保护电路温度可能较高，要注意别被烫伤。

3、**最大充电电压不超过 7.5V，且正负极不接反的情况下，超级电容一般不会有危险。**万一超级电容发生爆炸，将是其圆柱顶端爆炸，故在做一些危险测试时，超级电容顶端不要对着人。

4、万一超级电容发生爆炸，声音较大，请立马关闭电源以免其他短路风险。注意爆炸产生的电解液不要沾到眼睛上，且电解液有一定腐蚀性，注意及时清洗即可。

5、超级电容组底板的引脚都是导体，故不要直接将超级电容组放在导体上，比如放在铁板、铁皮上等等。

7. 3D 模型

链接: <https://pan.baidu.com/s/18o3JPOlY-yOvcF5ZmykSQw?pwd=1234>

提取码: 1234