

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 有 限 公 司 技 术 文 档

宽带升压备电电路设计文档

V1.0

目录

1 背景分析	3
2 超级电容充电电路	3
2.1 12V-4.8 降压充电（两个超级电容串联）（原理以及各点测试波形）	3
2.2 3.3V-2.5V 降压充电（一个超级电容）	4
2.2.1 12V 掉电检测	5
2.2.2 掉电检测回差	5
2.2.3 超级电容电压检测	6
2.2.4 超级电容充电	6
2.2.5 优化点	7
2.3 三套方案对比分析	8
3 超级电容	9
2.1 直流内阻 ESR	9
等效直流内阻	10
2.2 最大工作电流	10
2.3 最大峰值电流	10
2.4 能量密度	10
2.5 功率密度	10
4 超级电容升压备电电路	10
4.1 超级电容计算	11
4.2 电感的选型与计算	13
4.3 电感种类以及伏秒平衡	14
4.4 使能管脚 EN	15
4.5 反馈电阻 R200、R201	15
4.6 输入输出电容规格选取	16
4.7 输入电容:	16
5 其他厂家使用方案以及各个参数对比	18
5.1 各厂家超级电容相关参数测试结果	18
5.2 鼎信单通使用 10F 停电时间较短原因查找	20

1 背景分析

宽带升压备电电路主要适用于宽带的单/三相通道板、路由、二采模块上，用于载波停电上报。目前各省区对于宽带的停电上报时间有新的定义，具体时间以单通为例由30S提高到60S。升压备电电路主要为提高备电时间而设计。可以根据具体产品的备电时间调整对于的超级电容容值，改变备电时间。

升压备电电路输出12V主要给模块上的电源电路、PA发送电路、以及二采上的485和红外电路供电，保证产品在停电时电源供应正常。其具体设计框图如下：

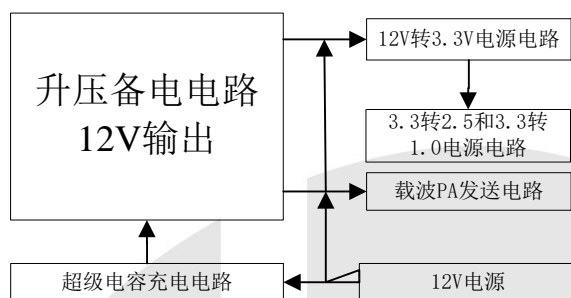


图 1.1 模块电源供电原理框图

2 超级电容充电电路

超级电容充电电路目前的电科院需求为10min内要将超级电容充满，此要求就需要提高充电电流，防止十分钟没有充满导致后续测试功耗时，因为超级电容还在充电导致功耗超标。所以超级电容的充电电流参数在充电电路设计时非常关键。

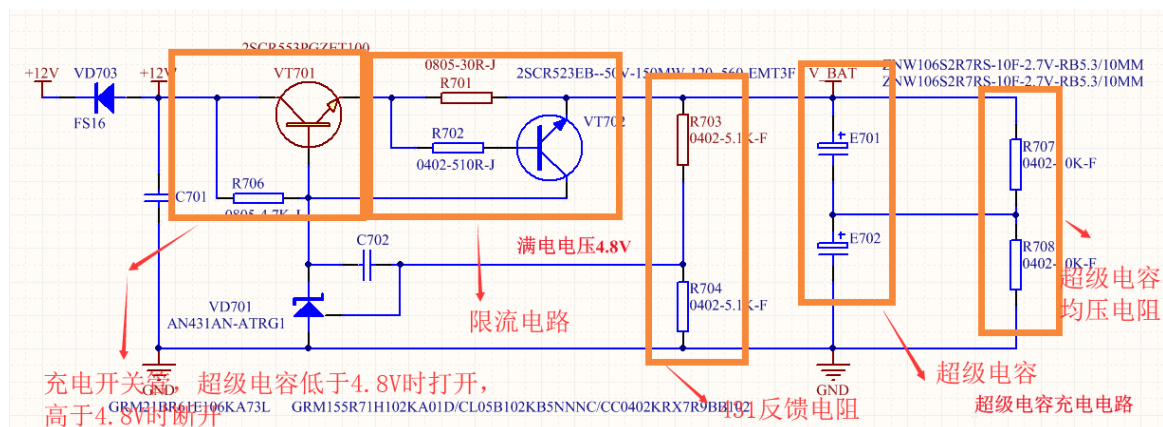
另外充电电路设计时还需要注意的一个关键点为当模块断电时充电电路需要关断或者停止工作。防止超级电容放电升压后继续给超级电容充电，这种循环会造成超级电容出现不必要的损耗，减少超级电容的放电时间。

充电电路根据模块上的电源有三种不同方案，下面列出三种方案的具体原理以及测试结果。对比了三种方案的具体优缺点以及价格成本比较。

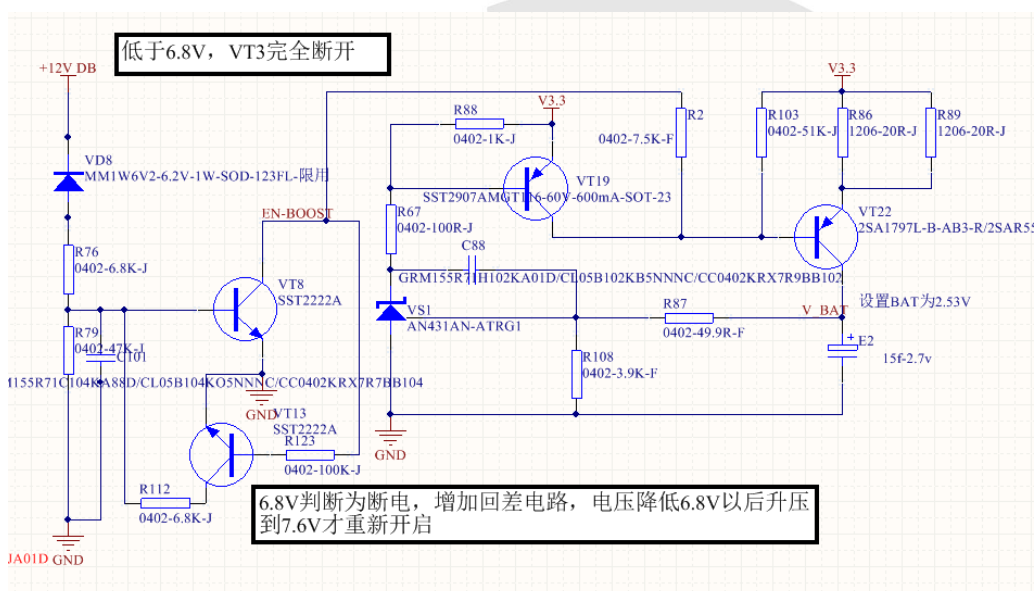
2.1 12V-4.8 降压充电（两个超级电容串联）（原理以及各点测试波形）

使用模块上的12V充电需要考虑充电电流不能太大，电流设计太大容易把给模块供电的电表给拉死，所以充电时必须增加一个限流电路或者限流电阻。其次考虑充电时间，规范上要求的基本都是15分钟把超级电容充满。所以充电电流需要兼顾上述两点。设计电路如下：

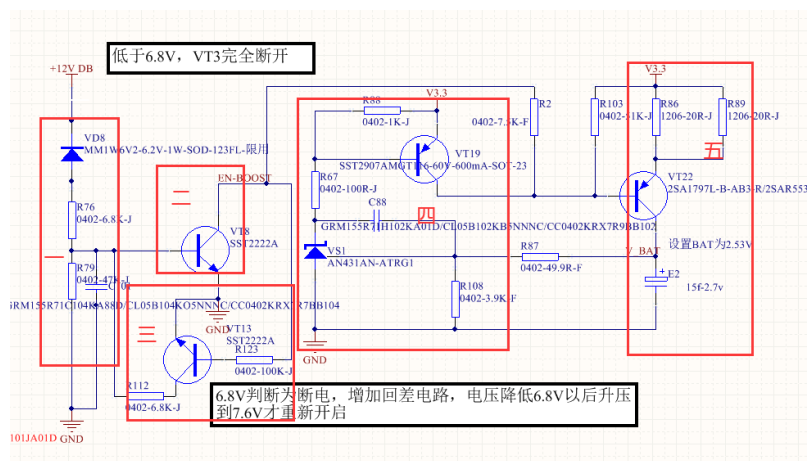
b) 将带有电容标识“C”的宽带载波通信单元或微功率无线通信单元分别嵌入 5 只智能电能表中，将全部智能电能表上电，等待 15 分钟至电容充电完毕。



2.2 3.3V-2.5V 降压充电（一个超级电容）



此方案详细分解成下图的五部分：一、12V掉电检测。二、升压使能控制。三、掉电检测回差。四、超级电容电压检测。五、超级电容充电。



2.2.1 12V 掉电检测

目前设计的掉电检测电路为12V低于6.9V时升压电路使能打开。判断为断电。

VT8的BE结开关最低电压0.6V，要保证当12V等于6.8V时R76和R79中间的电压等于低于0.6V

Base-emitter saturation voltage	$V_{BE(sat)}$	0.6	—	1.2	V	$I_{c/I_B}=150mA/15mA$
		—	—	2		$I_{c/I_B}=500mA/50mA$

稳压二极管VD8保证电压低于6.2V时瞬间关断，提高关断速度。

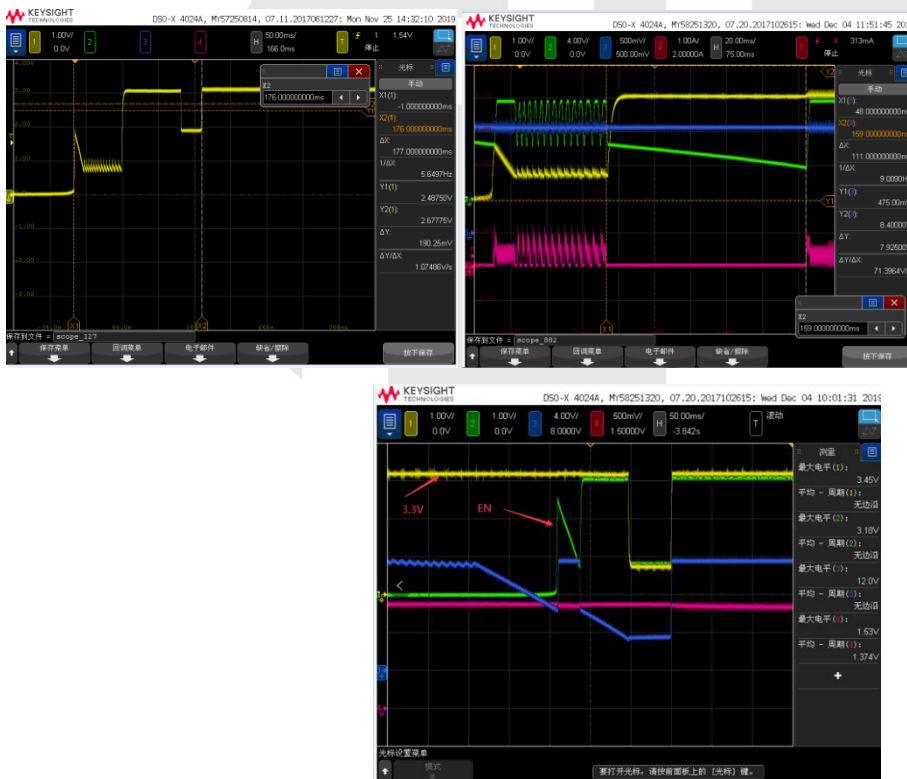
电压计算，当12V供电处为6.9V时，电阻两端电压为0.7V此时计算两个电阻分压值，中间正好为0.6V。在低于该电压时，三极管关断，升压使能拉高，超级电容升压供电电路工作

此处更改点：修改两个电阻阻值，提高量级，可以有效的节省静态功耗，此电路静态时也在工作，功耗节省很有必要。

此处需测试点：当电压为6.9V时，电阻中间的电压实际为下图。

2.2.2 掉电检测回差

该问题二采上比较严重，测试路由和单通时使用底座也会出现该问题，原因都是因为12V1上有大的电解电容，断电后电解电容能够持续供电，造成12V1电压不能迅速到0。从而导致VT3的基极电压不稳，开关管反复动作导致电路控制不稳定。最终导致升压芯片进入过压保护状态，会有110ms的等待重启时间。断电后EN-BOOST电平测试如下：



目前该问题解决方案，增加VT13、R111、R112回差电路，当VT3第一次不导通时，EN拉高，VT13导通，R112和R79就形成对地并联关系，此时并联电阻为454欧姆，此并联电阻和R76分压来决定VT3的开启电压，VT3此时再想开启时12V1点的电压就应该高于7.86V。所以当12V1低于7V时候EN拉高，当12V1高于7.86V后能再次拉低VT3。更改后波形测试如下

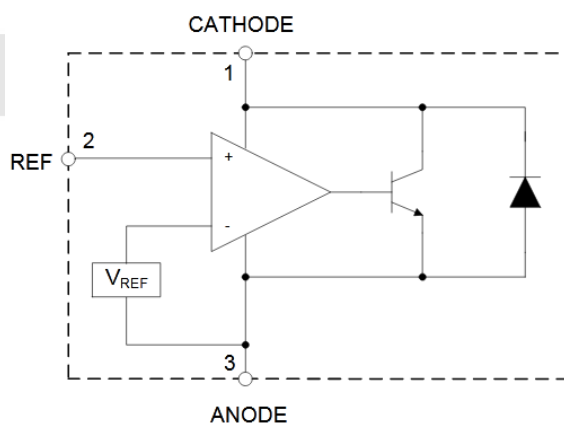


2.2.3 超级电容电压检测

使用AN431AN-ATRG1反馈电压设定为2.5V

The output voltage of these ICs can be set to any value between V_{REF} (2.5V) and the maximum cathode voltage (36V).

AN431内部原理框图如下：



当超级电容充满达到2.5V时，满足431的反馈电压，431内部三极管导通，上方VT19基极可接地。拉高集电极电压，充电电路关闭，可以有效降低充满电后的功耗。

断电以后VT22的两端电压

2.2.4 超级电容充电

超级电容充电国网检测要求15分钟要充满，根据公式 $CV=IT$ 。选择充电电压2.5V，15F超级电容，充电时间内控9分钟，得出充电电流为70mA。这里选取限流电阻10欧姆，计算电阻上功耗 $P=I^2R=0.049W$ 。根据电阻功耗与封装关系，选择1206封装。

电阻封装尺寸与功率关系,

通常来说:

0201 1/20W

0402 1/16W

0603 1/10W

0805 1/8W

1206 1/4W



2.2.5 优化点

四个三极管封装电流余量优化

2.2.5.1 VT8 和 VT13

两个三极管都是用来开关使用，主要考虑的是电流，耐压，反向电压，功耗。VT8导通时候Ic电流为0.27mA。目前选择的三极管参数如下：

●Absolute maximum ratings (Ta = 25°C)

Parameter	Symbol	Limits	Unit
Collector-base voltage	V _{CB0}	75	V
Collector-emitter voltage	V _{CE0}	40	V
Emitter-base voltage	V _{EB0}	6	V
Collector current	I _c	0.6	A
Collector power dissipation	UMT2222A, SST2222A, MMST2222A	0.2	W
	SST2222A	0.35	W *
Junction temperature	T _j	150	°C
Storage temperature	T _{stg}	-55 to +150	°C

* When mounted on a 7 x 5 x 0.6 mm ceramic board

电流耐压方案都远高于目前实际使用标准，该器件可替换为封装更小的开关管。

替换三极管选择2SCR523EB—50V—150MW—120~560—EMT3F，部分参数如下，满足使用要求。

● Absolute maximum ratings (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Limits	Unit
Collector-base voltage	V _{CB0}	50	V
Collector-emitter voltage	V _{CE0}	50	V
Emitter-base voltage	V _{EB0}	5	V
Collector current	I _c	100	mA
	I _{CP} *1	200	mA
Power dissipation	P _D *2	150	mW
		200	mW
Junction temperature	T _j	150	°C
Range of storage temperature	T _{stg}	-55 to +150	°C

*1 P_w=1mS Single pulse

*2 Each terminal mounted on a recommended land

2.2.5.2 VT22

该三极管用来充电开关使用，充电电流为70mA，目前选择三极管参数如下：

2SA1797**PNP SILICON TRANSISTOR**■ ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A=25°C, unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	RATINGS	UNIT
Collector-Base Voltage	V _{CB0}	-50	V
Collector-Emitter Voltage	V _{CE0}	-50	V
Emitter-Base Voltage	V _{EB0}	-6	V
Collector Current	DC	-2	A
	PULSE(Note 1)	-5	A
Collector Power Dissipation	TO-92NL	1	W
	SOT-223	0.8	W
	SOT-89	0.5	W
	TO-252	1.9	W
Junction Temperature	T _J	150	°C
Storage Temperature	T _{STG}	-55 ~ +150	°C

Note: 1. Single pulse, P_w=10ms

2. Absolute maximum ratings are those values beyond which the device could be permanently damaged.

Absolute maximum ratings are stress ratings only and functional device operation is not implied.

I_c最高值可以到达2A，远大于目前使用需求。该器件可替换为封装更小的开关管。

2.3 三套方案对比分析

2. 5V直冲，充电方案总成本，该方案缺点是1、没有升压控制电路，充电时升压电路会动作，如果插针处电压降低时候升压芯片会误动作，造成超级电容电量损耗。2、2.5V才能开通，太临界了，低于2.5开不了充不了电。标称压控导通电压为2.5V。3、充电时使用2.5V电路可能会造成纹波影响2.5V电源，从而影响接收灵敏度。

3. 3V-2.5V降压充电，充电方案总成本约2.71元左右，可以防止插针电压降低和断电后反复充电的问题，使用3.3V电源，充电对接收灵敏度影响比较小（灵敏度待投板测试）。

12V-4.8V降压充电，充电方案总成本4.7元左右。该方案缺点是使用2颗超级电容成本比较高，版图布局需求空间大，升压时需要增加一个放电使能芯片控制放电使能，布板空间要求比较大。

物料名称	物料号	单价	数量	总价
4. 8V 充电电路				
2SCR553PGZET100	0023010014	0.2463	1	0.2463
2SCR523EB--50V-150MW-120~560-EMT3F	0005010018	0.2463	1	0.2463

AN431AN-ATRG1	0005010022	0.2026	1	0.2026
ZNW106S2R7RS-10F-2.7V-RB5.3/10MM	0003090011	2	2	4
合计				4.6952

放电使能电路				0
BD53E42G	0023100021	0.3966	1	0.3966
RK7002BM	0005030016	0.058	2	0.116
RQ5C035BCTCL-P-20V-3.5A-SOT-23	0005030030	0.2897	1	0.2897
合计				0.8023

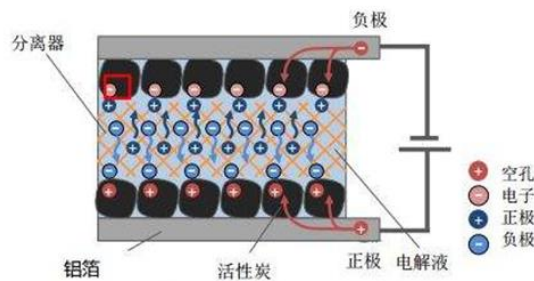
合计 5.5

3 超级电容

模块电源供电原理图中超级电容充电电路和升压备电电路的核心器件为超级电容,超级电容在正常供电时储能,在停电时通过升压备电电路释放能力提供12V输出。所以超级电容的研究很有必要。

超级电容是以碳基活性物加导电碳黑与粘结剂混合作极片材料,利用极化电解质吸附电解液里的正负离子,形成双电层结构进行储能,该储能过程基本不发生化学反应,故循环寿命很长。

下图为超级电容内部结构原理图。



下面为目前使用的 10F 超级电容规格书的主要参数表。

深圳市创仕鼎电子有限公司
SHENZHEN CHUANGSHIDING ELECTRONICS CO.,LTD.

4、基本特性

项目	规格
额定电压(U_N)	2.7 V
标称容量(C)	10F
容量偏差	-20%~+50%
工作温度范围	-40℃~+65℃
最大等效串联电阻, $R_{AC}(1kHz)$	50.0mΩ
直流内阻, ESR_{DC}	75.0mΩ
最大漏电流(72hr)	0.030mA
最大工作电流($\Delta T=15^\circ C$)	1.35A
最大峰值电流	7.71A
最大储存能量	0.0101Wh
能量密度	3.0Wh/kg
功率密度	3454W/kg

下面将介绍实际使用超级电容时比较重要的几个基本特性参数。

2.1 直流内阻 ESR

等效直流内阻

2.2 最大工作电流

最大工作电流是指超级电容正常工作的最大平均电流

2.3 最大峰值电流

峰值电流是指1ms内最大的供电电流。超过该电流可能会对超级电容内部结构造成损伤，进而影响超级电容寿命。

2.4 能量密度

能量密度指的是储存电量的能力，即单位重量所储存的能量是多少，单位为wh/公斤，1Wh等于3600焦耳（J）的能量。这里目前最先进的锂电池能量密度可以达到251.7Wh/kg。

5月国内生产的新能源汽车动力电池单体能量密度TOP20

单体能量密度排名	储能装置单体型号	单体能量密度 (Wh/kg)	单体生产企业	车型名称	续驶里程 (工况法, km)	储能装置种类
1	CEFO52EA	251.7	微宏动力	力帆650 EV460	401	NCM
2	IXP116/103/306	245.1	捷威动力	TI660 3xe (奇瑞)	401	NCM
3	21700 (4.0Ah)	243.3	力神电池	纯电动多用途货车 (郑州日产)	305	NCM
4	FSP1216122T-65Ah	239.4	多氟多	eQ1 (奇瑞)	301	NCM
5	ELE8A3	235.8	宁德时代	传祺A10M S	510	NCM
6	21700 (4.8Ah)	233.3	力神电池	江淮iEVS4	420	NCM
7	18650-2850	231.8	横店东磁	长安欧尚EV	405	NCM
8	CEB-1M39	231.4	卡耐新能源	宝骏E200	210	NCM
9	CEB-1M42	228.0	卡耐新能源	宝骏E200	250	NCM
10	21700 (4.5Ah)	225.0	力神电池	江淮iEVS4	402	NCM

2.5 功率密度

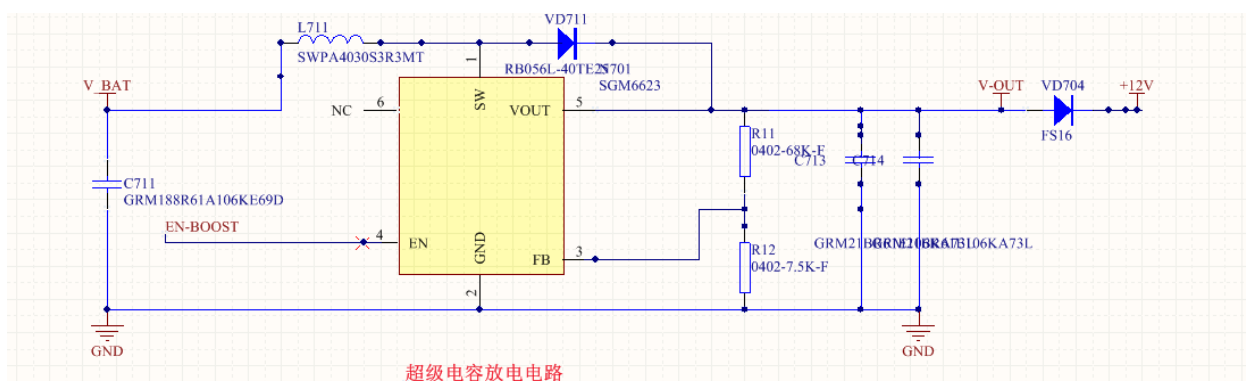
功率密度指的是电池放电的峰值能力，单位重量的电池在放电时可以以何种速率进行能量输出，单位为w/公斤。

功率密度也是由材料的特性决定的，并且功率密度和能量密度没有直接关系，并不是说能量密度越高功率密度就越高，用专业的术语来说，功率密度其实描述的是电池的倍率性能，即电池可以以多大的电流放电。

德国太阳能和氢能研究所近日开发出一款可用于电动汽车的高循环寿命锂电池，这款锂电池的功率密度为1100瓦/千克。

研究者基于18650型电池制作出了新型锂电池的样本，有心人可能会发现，特斯拉ModelS车中使用的也是18650电池。新的锂电池技术还为各大制造商提供了制造大尺寸和棱柱状电池单元的基础。

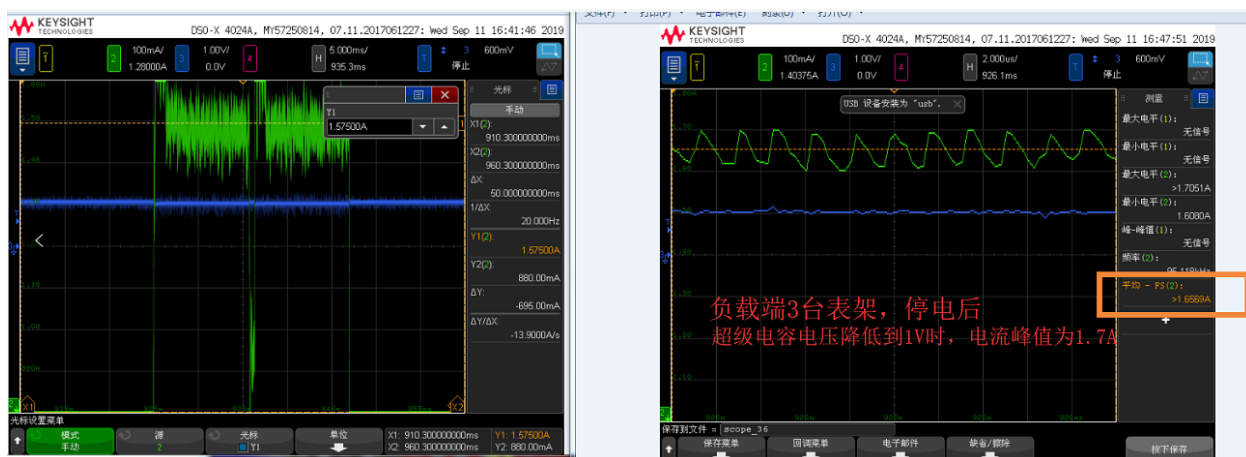
4 超级电容升压备电电路



4.1 超级电容计算

停电上报 按照60S内上报30次计算，每次上报时间为30ms。上报周期为2S。超级电容升压供电范围为2.5V-1.0V。电源芯片效率按照80%计算。动态电流按照200mA。静态功率按照0.4W来计算超级电容的容值。具体的动态电流测试按照下挂三个表架（大约300块表）停电后具体测试12V电流得出





根据上述参数以及模块停电后所需电流、电压和时间计算所需超级电容的容值计算如下：

云动力电源 0.2A 电压 12V
60s 内上报 30 次

$$Q_{out} = P_{T1} + P_{T2}$$

$$= 0.4(60 \cdot 0.9) + 2.4 \cdot 0.9$$

$$= 23.64 + 2.16$$

$$= 25.8J$$

放电效率 80%

$$Q_{存} = \frac{Q_{out}}{80\%} = 32.25J$$

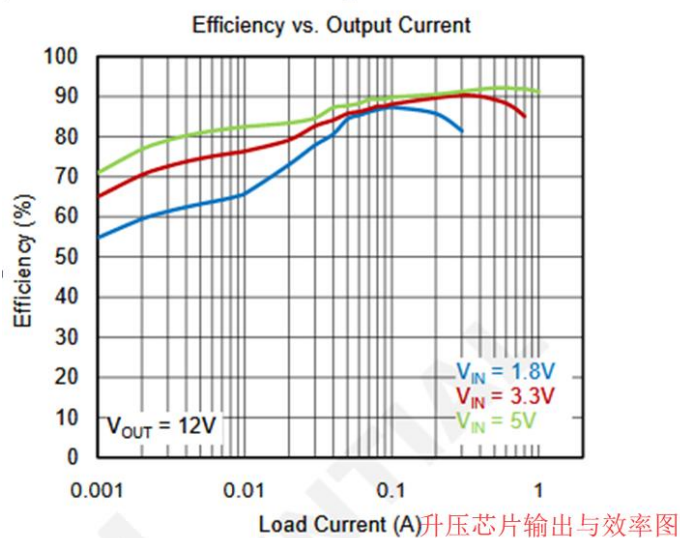
$$\frac{1}{2}C(V_1^2 - V_2^2) = Q_{存}$$

$$\frac{1}{2}C(25^2 - 1^2) = 32.25$$

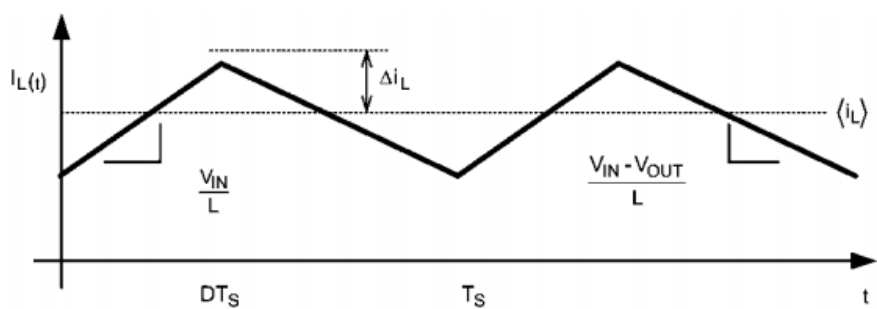
$$C = \frac{64.5}{5.25} = 12.287$$

(V_1 总电压 25V)
(V_2 放电到 1V)

超级电容计算值为 12.28F 实际按照目前超级电容厂家的供货，准备按照 15F 应用。



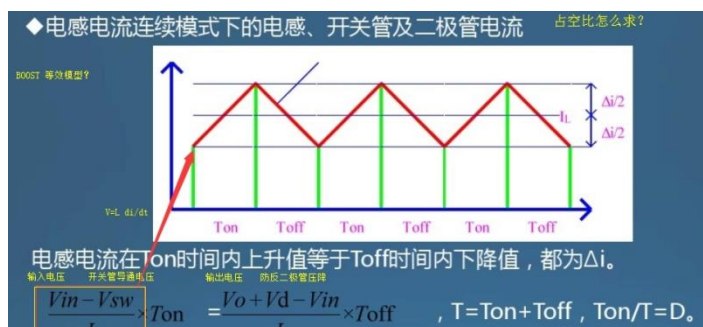
4.2 电感的选型与计算



30167224

图 4：电感器电流

根据公式 $U t = L I$ 可有 $\Delta I_L = \frac{U_i * D T_s}{L} = \frac{U_i *}{L * f_s} * \frac{U_o - U_i}{U_o}$



Boost电路输入电压、输出电压与占空比关系： $D = \frac{V_o + V_d - V_{in}}{V_o + V_d - V_{sw}}$

如果忽略开关管及二极管压降，输入输出电压关系为： $V_o = V_{in} \times \frac{1}{1-D}$

因为 $V_{OIO} = V_{INIL}$ 所以，

输出电流全部流过二极管，则二极管平均电流 $I_D = I_o = I_L \times (1-D)$

以PA平均输出350毫安估计 $I_L = 350\text{毫安} \div 6 = 2.1\text{A}$

I_D 为二极管平均电流， I_o 为输出平均电流， I_L 为电感平均电流。 PA 规格书 416毫安

根据上述公式计算出最大峰值电流为2.77A。

电感目前选择顺络的SWPA4030S3R3MT。选择二极管为RB056L-40TE25-40V-3A-DO-214AC。电流都满足需求。

4.3 电感种类以及伏秒平衡

电感元件分为时变的和非时变的、线性的和非线性的。

如果线圈中不含有导磁介质，则叫作空心电感或线性电感，线性电感L在电路中是一常数，与外加电压或通电电流无关。

如果线圈中含有导磁介质时，则电感L将不是常数，而是与外加电压或通电电流有关的量，这样的电感叫做非线性电感，例如铁心电感。铁磁材料都有一个磁化曲线，然后，磁通达到一定程度就会饱和，饱和后励磁电流急剧上升，这时电感就表现的是非线性了。

线性非时变电感的由电磁感应定律得出 $U(t) = d\phi(t)/dt = L di(t)/dt$

电感的电压公式 $V = L \times di/dt = L \times \Delta I / \Delta T$, 推出 $\Delta I = V \times \Delta T / L$

sw闭合时，电感通电电压 V_{ON} ，闭合时间 T_{ON} sw关断时，电感电压 V_{OFF} ，关断时间 t_{OFF}

功率变换器稳定工作的条件：电感吸收的能量等于电感释放的能量。

现在讨论电感的功率与能量，由式(1.2-4)，在电压电流参考方向一致的条件下，在任一时刻，电感元件吸收的功率

$$p(t) = u(t)i(t) = Li(t) \frac{di(t)}{dt} \quad (3.1-15)$$

由式(1.2-6)，从 $-\infty$ 到 t 时间内，电感元件吸收的能量

$$\begin{aligned} w_L(t) &= \int_{-\infty}^t p(\xi) d\xi = L \int_{-\infty}^t i(\xi) \frac{di(\xi)}{d\xi} d\xi \\ &= L \int_{i(-\infty)}^{i(t)} i di = \frac{1}{2} Li^2(t) - \frac{1}{2} Li^2(-\infty) \end{aligned}$$

若设 $i(-\infty)=0$ ，则电感吸收的能量

$$w_L(t) = \frac{1}{2} Li^2(t) \quad \text{与 } U \text{ 和 } i \quad (3.1-16)$$

由式(3.1-15)和(3.1-16)可见，当 $|i|$ 增大时(即 $i>0$ ，且 $\frac{di}{dt}>0$ 时，或者 $i<0$ ，且 $\frac{di}{dt}<0$ 时)， $p>0$ ，电感吸收功率，储能 w_L 增加，电感吸收的能量以磁场能量的形式储存于元件的磁场中；当 $|i|$ 减小时(即 $i>0$ ，且 $\frac{di}{dt}<0$ 时，或者 $i<0$ ，且 $\frac{di}{dt}>0$ 时)， $p<0$ ，电感吸收功率为负值，储能 w_L 减小，电感将原先储存于磁场中的能量释放。若到达某时刻 t_1 时，有 $i(t_1)=0$ 从而 $w_L(t_1)=0$ ，表明这时电感将其储存的能量全部释放。因此，电感是一种储能元件，它不消耗能量。

$\Delta I_{ON} = \Delta I_{OFF}$ 即，电感在导通和关断时，其电流变化相等。那么由1,2的可知， $V_{ON} = L \times \Delta I_{ON} / \Delta T_{ON}$ ， $V_{OFF} = L \times \Delta I_{OFF} / \Delta t_{OFF}$ 则稳定条件为伏秒定律： $V_{ON} \times t_{ON} = V_{OFF} \times t_{OFF}$

4.4 使能管脚 EN

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltages on EN and FB -0.3V to 5V

Voltages on SW and VOUT -0.3V to 14.5V

Package Thermal Resistance

SOT-23-6, θ_{JA} 190°C/W

Junction Temperature +150°C

Storage Temperature Range..... -65°C to +150°C

Lead Temperature (Soldering, 10s) +260°C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Operating Ambient Temperature Range..... -40°C to +85°C

Operating Junction Temperature Range..... -40°C to +125°C

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	TEMP	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current							
Input Voltage Range	V_{IN}		+25°C	0.8		12	V
Minimum Input Voltage for Start-Up	$V_{IN_START_MIN}$		+25°C		1.5		V
Operating Quiescent Current into VOUT	I_Q	$V_{OUT} = 12V$, no switching, no load	+25°C		50		μA
Shutdown Current	I_{SHDN}	$V_{EN} = GND$	+25°C		0.4		μA
Enable and Reference Control							
EN Logic High Voltage	V_{IH}		+25°C	1.2			V
EN Logic Low Voltage	V_{IL}		+25°C			0.3	V
EN Pull-Down Resistor	R_{EN}		+25°C		570		kΩ

4.5 反馈电阻 R200、R201

($V_{IN} = 3.6V$, $V_{EN} = V_{IN}$, typical values are at $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	TEMP	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current							
Input Voltage Range	V_{IN}		+25°C	0.8		12	V
Minimum Input Voltage for Start-Up	$V_{IN_START_MIN}$		+25°C		1.5		V
Operating Quiescent Current into VOUT	I_Q	$V_{OUT} = 12V$, no switching, no load	+25°C		50		μA
Shutdown Current	I_{SHDN}	$V_{EN} = GND$	+25°C		0.4		μA
Enable and Reference Control							
EN Logic High Voltage	V_{IH}		+25°C	1.2			V
EN Logic Low Voltage	V_{IL}		+25°C			0.3	V
EN Pull-Down Resistor	R_{EN}		+25°C		570		k Ω
Voltage and Current Control							
Voltage Feedback Regulation Voltage	V_{REF}		+25°C		1.202		V
Voltage Feedback Input Bias Current	I_{FB}	$V_{FB} = 1.3V$	+25°C		5		nA
Switching Frequency	f_{SW}		+25°C		600		kHz
Power Switch							
N-Channel MOSFET On-Resistance			+25°C		70		m Ω
N-Channel Leakage Current	I_{L_NFET}	$V_{SW} = 14.5V$, $V_{EN} = 0V$	+25°C		0.1		μA
N-Channel MOSFET Current Limit	I_{LIM}		+25°C		4		A
Thermal Shutdown							
Thermal Shutdown Threshold	T_{SHDN}				160		°C
Thermal Shutdown Threshold Hysteresis	T_{HYS}				15		°C

$I_{fb}=5nA$

保证流过R201的电流 $\geq 100 \times I_{fb} = 0.5\mu A$, 即反馈下电阻 $R201 \leq 2600k\Omega$

4.6 输入输出电容规格选取

输出电容的选择主要是为了满足输出纹波和环路稳定性的要求。纹波电压与电容器的电容及其等效串联电阻 (esr) 有关。陶瓷电容器的ESR很小, 可以忽略。如果是电解电容或者钽电容需要考虑ESR。

$$CV=IT$$

$$C=I_o \times D / (f \times V_{pp})$$

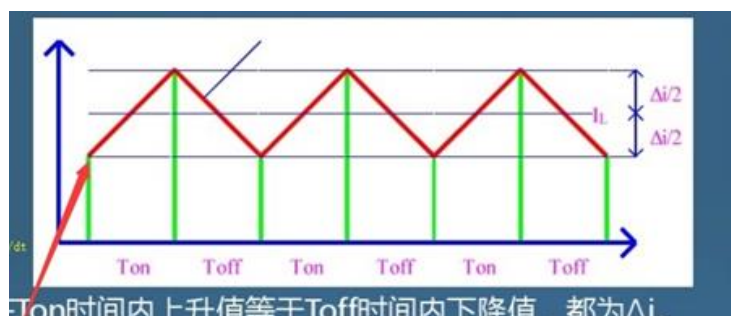
根据目前设定的参数,

Vin	1	V		
Vout	12	V		
Io	0.2	A	D	0.916667
Vpp	0.2	V		
f	600	kHz		
Vd	0.1	V		
D	0.921259843			
L	0.052493438	μH		
ΔI	0.445252749	A		
ΔI	0.153543307	A	10	
ΔI	0.03268789	A	47	
I1	2.307358626	A		
I2	2.772641374	A		
C	1.535433071	μF		

得出 $C=1.5\mu F$ 。选取 $10\mu F$ 0805封装满足需求。

4.7 输入电容:

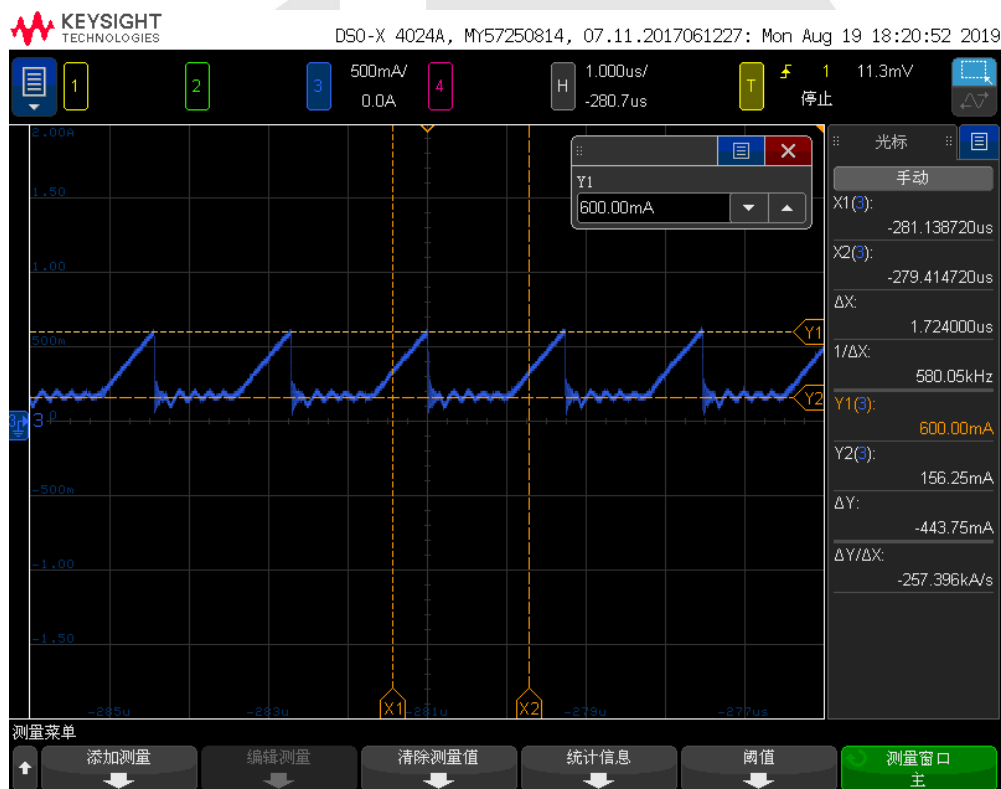
输入电容的选择主要与电流和输入的纹波电压有关。根据之前计算的 ΔI



输入电容吸收能量 $\Delta Q = \Delta I \cdot T \cdot D = 0.072 \cdot 10^{-6}$ 又根据公式

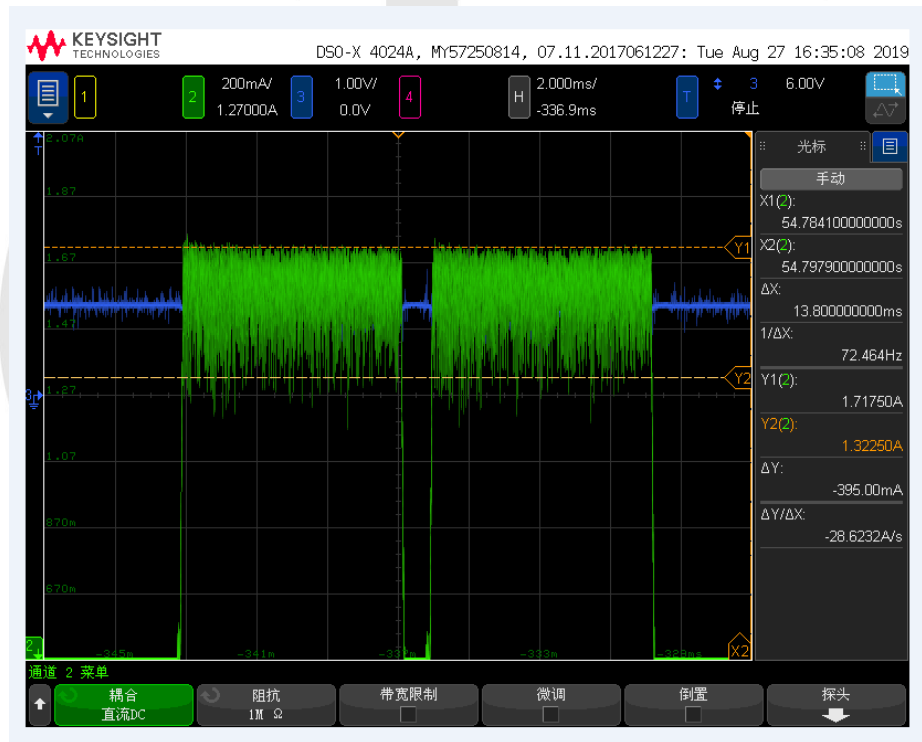
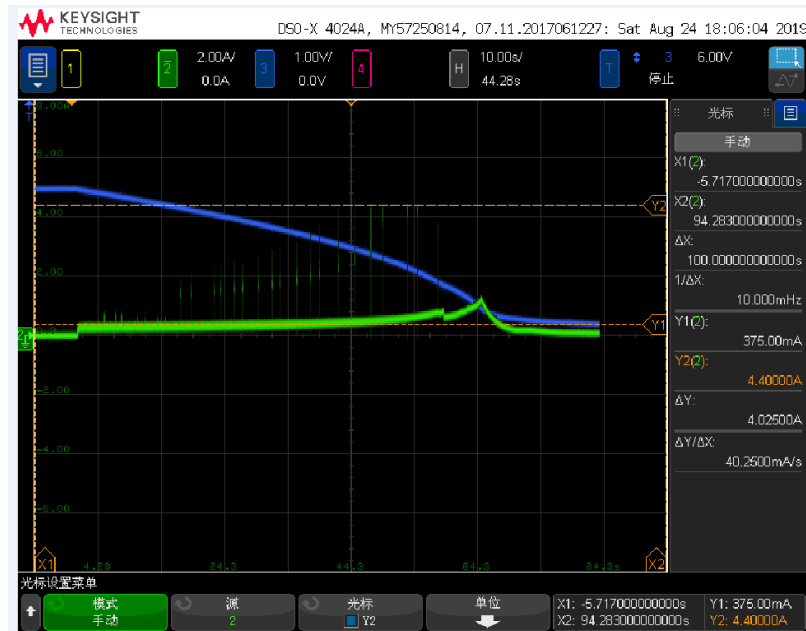
$\Delta Q = C \cdot \Delta U$ 。3.3V 的纹波电压为 40mV。得出 $C = 1.8\mu F$ 选择具体器件为耐压 10V 的 10 μF 电容 GRM188R61A106KE69D 封装为 0603。

较大封装的电容器（1206 尺寸）具有开关频率范围内的谐振频率。因此，有效电容显著降低。直流偏压也能显著降低电容。陶瓷电容器在其额定电压下可损失多达 50% 的电容。因此，选择额定电压至少为其预期电压 1.5 倍的陶瓷电容器。



从模块上电开始观察电感输入电流，电流逐渐增大，占空比在连续模式下最大，此时是连续模式；当从过渡点转到不连续模式后，随着输入电压继续升高，输入电流开始下降，占空比也随之减小。

放电时候开关电源芯片输出电流波形如下：

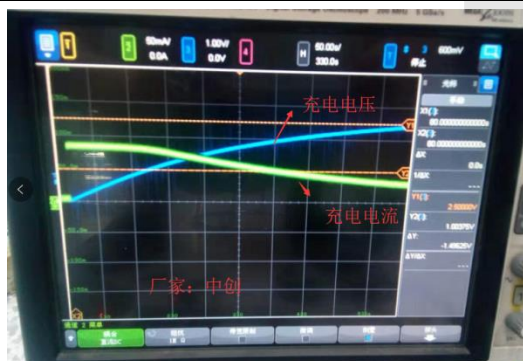


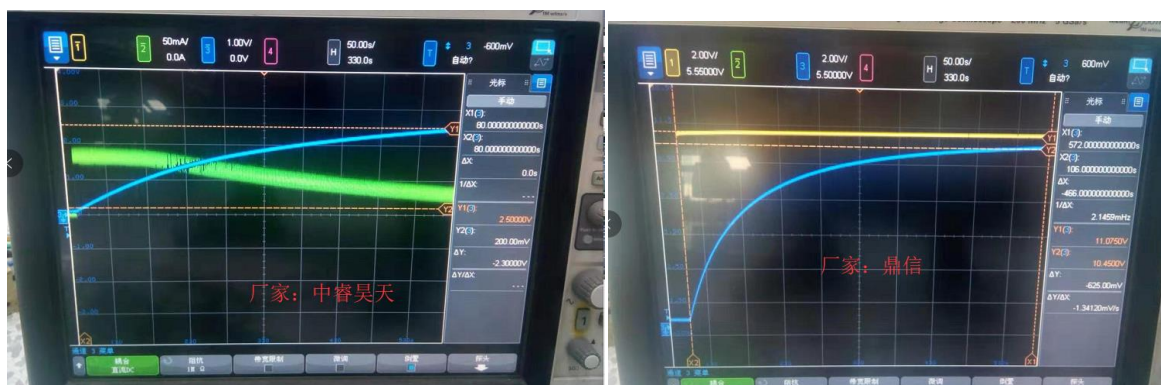
5 其他厂家使用方案以及各个参数对比

5.1 各厂家超级电容相关参数测试结果

模 块 厂	220V 强电 功耗	12V 直流 功耗	升压电路 芯片型号 和厂家	超级电 容充电 电压	超级 电容 容量	最低 工作 电压	停电 上报 时间	充电 时	超级电容 最大充电 电流	12V 刚上 电时最大 电流
-------------	------------------	-----------------	---------------------	------------------	----------------	----------------	----------------	---------	--------------------	----------------------

家								间		
中创	0.018 W	0.35 9W	GV72	2.5V	10F	0.8V	50S	550 S	85mA	115mA
东软	0.018 W	0.19 4W	.AMR	2.6V	10F	0.82V	140S	500 S	76mA	93mA
欣影科技	0.019 W	0.26 4W	FA8K	2.5V	10F	0.81V	120S	550 S	85mA	107mA
溢美四方	0.019 W	0.40 8W	.BXEJ	5.1V	1.5F	2.1V	48S	398 S	46mA	80mA
中睿昊天	0.047 W	0.27 2W	GV8Q	2.5V	10F	0.8V	100S	500 S	85mA	108mA





5.2 鼎信单通使用 10F 停电时间较短原因查找

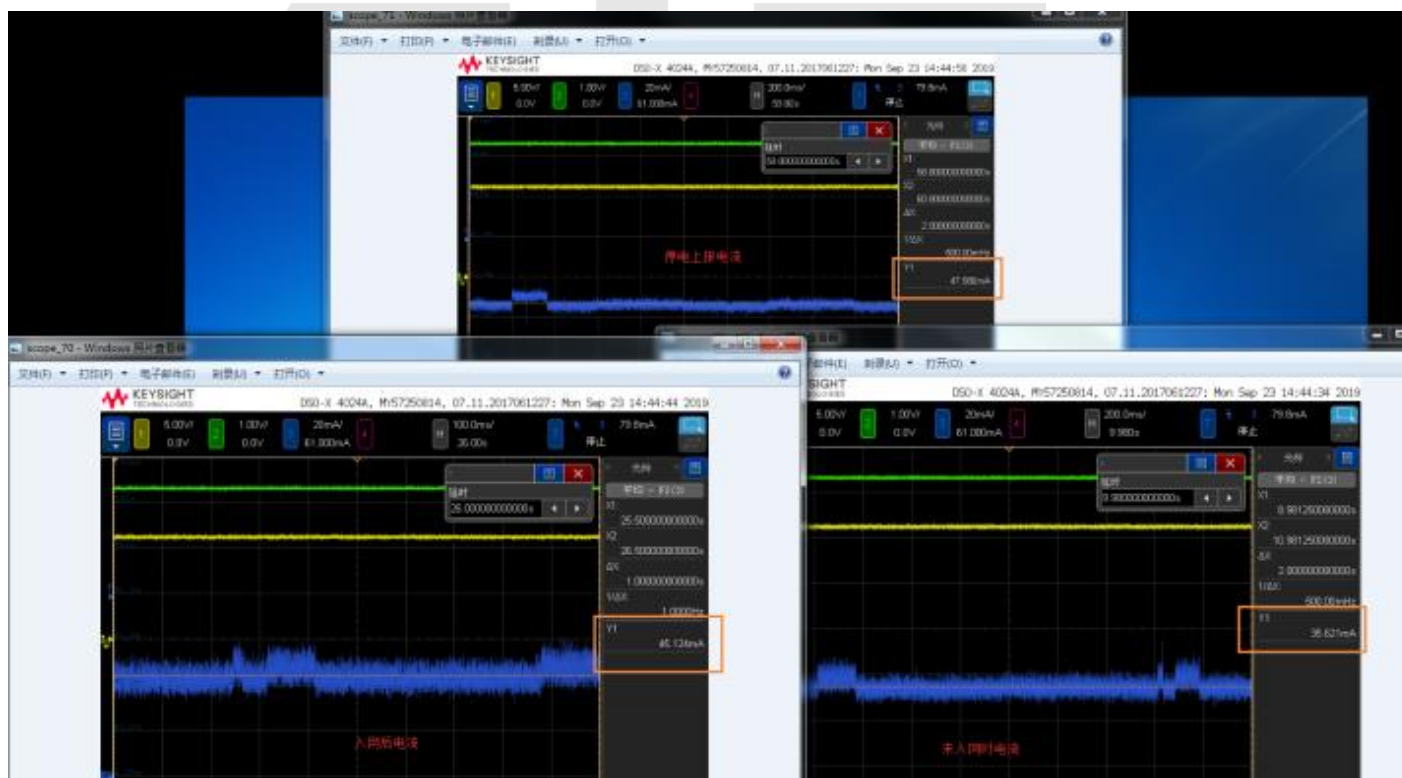
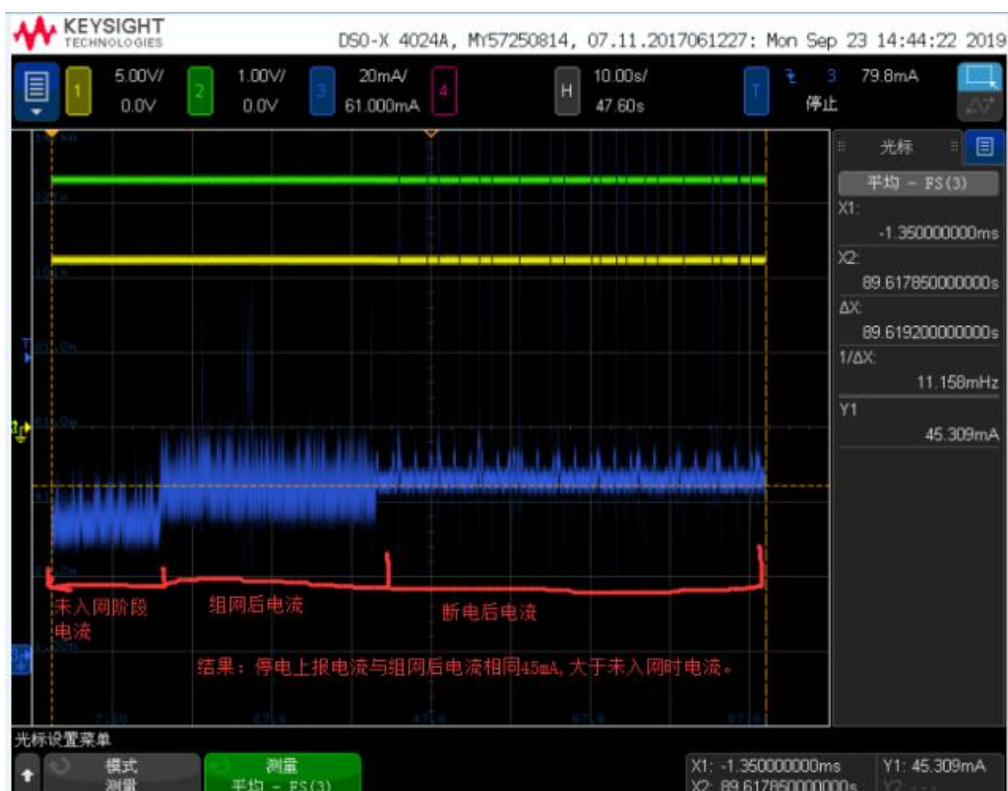
为满足60S时间，使用中睿昊天停电以及放电方案给模块供电，测试实际停电时间，为后续方案选取提前验证，但是在验证时发现，鼎信模块停电时间远小于理论计算值。下面为测试和查找问题原因过程。



同时使用中睿昊天停电方案，两种模块停电时间差别巨大，计算与测试结果对比，中睿昊天模块与理论值相同，鼎信理论值与实际测试值不符，怀疑问题点为停电后实际功耗比0.4W大。

$$\begin{aligned}
 &0.27W \quad 0.4W \\
 &\frac{1}{2} C(V_1^2 - V_2^2) = Q_{\text{off}} \\
 &Q_{\text{off}} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (2.5^2 - 0.8^2) \\
 &= 5 \cdot (6.25 - 0.64) \\
 &= 28.05 \text{ J} \\
 &\text{放电效率 } 90\% \\
 &Q_{\text{out}} = 25.245 \text{ J} \\
 &Q_{\text{out}} = P_1 T_1 \\
 &\text{增益: 当 } P_1 = 0.272 \text{ W 时} \\
 &T_1 = 92.825 \text{ s} \\
 &\text{损耗: 当 } P_2 = 0.4 \text{ W 时} \\
 &T_1 = 63.1155 \text{ s} \\
 &\text{增益理论值相同} \quad \text{增益理论值与实际时不相符} \\
 &\text{需测试增益停电后的增益功率}
 \end{aligned}$$

使用电流表笔测试停电前和停电后的12V电流波形，发现停电后电流为46mA比静态电流增大。



按照46mA的电流计算功耗以及停电时间为45.5S与之前的测试值相同。基本确定鼎信模块10F备电时间小于计算值的原因因为入网后功耗增加，与软件同事确认，入网后功耗会增加的原因因为采样频率变化导致功耗增加，未入网时使用25M采样，入网以后使用50M采样。频率增加导致采样点数增加最终导致芯片功耗增加。

0.27W 0.4W

$$\frac{1}{2}C(V_1^2 - V_2^2) = Q_{\text{存}}$$

$$Q_{\text{存}} = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (2.5^2 - 0.8^2)$$

$$= 5 \cdot (6.25 - 0.64)$$

$$= 28.05 \text{ J}$$

放电效率 90%

$$Q_{\text{out}} = 25.245 \text{ J}$$

$$Q_{\text{out}} = P_1 T_1$$

推算: 当 $P_1 = 0.272 \text{ W}$ 时

$$T_1 = 92.825 \text{ S}$$

最信: 当 $P_2 = 0.4 \text{ W}$ 时

$$T_2 = 63.1155 \text{ S}$$

数据与理论值相同

最信理论值与实际时不符

需测试最信停电后的实际功率

当 $I = 46.2 \text{ mA}$ 时

$$P_3 = IU = 0.5544 \text{ W}$$

当 $P_3 = 0.5544 \text{ W}$ 时

$$T_3 = \frac{25.245}{0.5544}$$

$$= 45.55 \text{ S}$$

与预测值相符

按照目前这种工作模式和功耗，测试不同情况下停电上报时间：

- 1、电表插针供电12V超级电容使用2.5F测试备电时间为53S



- 2、电表插针供电11.5V超级电容使用2.5F和2F测试备电时间为44S和37S



3、不入网功耗情况下12V底座供电测试超级电容供电时间为72.4S

