



芯海科技  
CHIPSEA

# 移动电源类感性负载 电源系统设计指导

REV 1.1

芯海科技（深圳）股份有限公司

地 址：深圳市南山区蛇口南海大道1079号花园城数码大厦A座9楼

电 话：+(86 755)86169257      传 真：+(86 755)86169057

网 站：www.chipsea.com      邮 编：518067

微信号：芯海科技



## 版本历史

历史版本	修改内容	版本日期
Rev 1.0	首版	2019.06.24
Rev 1.1	1. 增加 PWM 计算选择 2. 增加图片标题 3. 修改笔误	2019.06.29

## 目 录

版本历史.....	2
目 录.....	3
1 MCU 极限参数 .....	4
2 移动电源类感性负载电源设计 .....	5
2.1 原理分析 .....	5
2.2 参数选择 .....	6
2.3 芯片 VDD 电路设计 .....	9
2.4 芯片 IO 口电路设计 .....	9
2.5 PCB 布局要求.....	9

## 1 MCU 极限参数

MCU 正常工作极限要求：

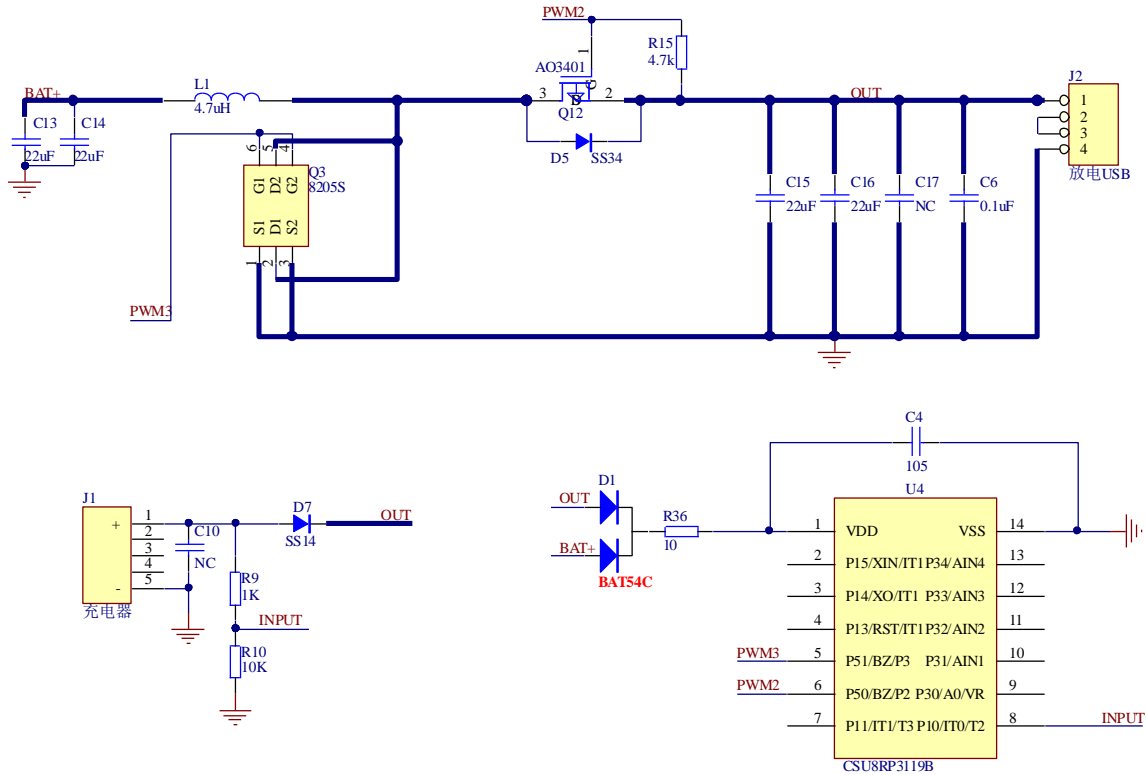
符号	参数	最小值	最大值	单位
VDD-VAGND	直流电源电压	-0.3	6.0	V
VIN	引脚输入电压	VAGND-0.3	VDD+0.3	V
工作温度	工作温度	-40	85	°C

- 1) 直流电源电压
- 2) 引脚输入电压
- 3) 工作温度

具体要求详见对应芯片型号《用户手册》的【电气特性-绝对最大值】。

## 2 移动电源类感性负载电源设计

下图是一个以 CSU8RP3119B 芯片设计的典型移动电源设计参考原理图。



### 2.1 原理分析

#### 2.1.1 充电回路分析

充电器从J1接入，充电电压经过二极管D7后给到由PMOS管Q12、NMOS管Q3和电感L1组成的同步降压电路，主控芯片CSU8RP3119B通过输出互补PWM控制PMOS管Q12，NMOS管Q3实现对电池线性充电。

#### 2.1.2 放电回路分析

电池电压经过由电感L1、PMOS管Q12、NMOS管Q3和输出电容组成的同步升压电路，主控芯片CSU8RP3119B通过输出互补PWM控制PMOS管Q12，NMOS管Q3实现5V恒压输出。

## 2.2 参数选择

### 2.1.3 电感参数

电感参数主要与主控芯片的PWM输出频率相关。参数选取建议如下表：

PWM频率	电感参数
300KHZ	2.2 uH
250KHZ	3.3 uH
200KHZ	4.7 uH

以CSU8RP3119B为例，内部晶振32MHZ，PWM设置为200KHZ时，可调整级数为：

$$32\text{MHZ} / 200\text{KHZ} = 160 (\text{级})$$

Boost升压公式：

$$V_{out} = 1 / (1-D) * V_{in}$$

移动电源输出电压一般控制在4.7V~5.25V之间，由下表（1）可以看出，当PWM设置为200KHZ时，电池电压在3V比4.2V PWM调整一级Vout电压变化大，最大为57mv左右。

Vin	周期	高电平	占空比	Vout	ΔVout	Vin	周期	高电平	占空比	Vout	ΔVout
3	160	50	0.3125	4.36364		4.2	160	1	0.00625	4.22642	
3	160	51	0.31875	4.40367	0.04003	4.2	160	2	0.0125	4.25316	0.02675
3	160	52	0.325	4.44444	0.04077	4.2	160	3	0.01875	4.28025	0.02709
3	160	53	0.33125	4.48598	0.04154	4.2	160	4	0.025	4.30769	0.02744
3	160	54	0.3375	4.5283	0.04232	4.2	160	5	0.03125	4.33548	0.02779
3	160	55	0.34375	4.57143	0.04313	4.2	160	6	0.0375	4.36364	0.02815
3	160	56	0.35	4.61538	0.04396	4.2	160	7	0.04375	4.39216	0.02852
3	160	57	0.35625	4.66019	0.04481	4.2	160	8	0.05	4.42105	0.02889
3	160	58	0.3625	4.70588	0.04569	4.2	160	9	0.05625	4.45033	0.02928
3	160	59	0.36875	4.75248	0.04659	4.2	160	10	0.0625	4.48	0.02967
3	160	60	0.375	4.8	0.04752	4.2	160	11	0.06875	4.51007	0.03007
3	160	61	0.38125	4.84848	0.04848	4.2	160	12	0.075	4.54054	0.03047
3	160	62	0.3875	4.89796	0.04947	4.2	160	13	0.08125	4.57143	0.03089
3	160	63	0.39375	4.94845	0.05049	4.2	160	14	0.0875	4.60274	0.03131
3	160	64	0.4	5	0.05155	4.2	160	15	0.09375	4.63448	0.03174
3	160	65	0.40625	5.05263	0.05263	4.2	160	16	0.1	4.66667	0.03218
3	160	66	0.4125	5.10638	0.05375	4.2	160	17	0.10625	4.6993	0.03263
3	160	67	0.41875	5.16129	0.05491	4.2	160	18	0.1125	4.73239	0.03309
3	160	68	0.425	5.21739	0.0561	4.2	160	19	0.11875	4.76596	0.03356
3	160	69	0.43125	5.27473	0.05733	4.2	160	20	0.125	4.8	0.03404
3	160	70	0.4375	5.33333	0.05861	4.2	160	21	0.13125	4.83453	0.03453
3	160	71	0.44375	5.39326	0.05993	4.2	160	22	0.1375	4.86957	0.03503
3	160	72	0.45	5.45455	0.06129	4.2	160	23	0.14375	4.90511	0.03554
3	160	73	0.45625	5.51724	0.0627	4.2	160	24	0.15	4.94118	0.03607
3	160	74	0.4625	5.5814	0.06415	4.2	160	25	0.15625	4.97778	0.0366
3	160	75	0.46875	5.64706	0.06566	4.2	160	26	0.1625	5.01493	0.03715
3	160	76	0.475	5.71429	0.06723	4.2	160	27	0.16875	5.05263	0.03771
3	160	77	0.48125	5.78313	0.06885	4.2	160	28	0.175	5.09091	0.03828
3	160	78	0.4875	5.85366	0.07053	4.2	160	29	0.18125	5.12977	0.03886
3	160	79	0.49375	5.92593	0.07227	4.2	160	30	0.1875	5.16923	0.03946
3	160	80	0.5	6	0.07407	4.2	160	31	0.19375	5.2093	0.04007
3	160	81	0.50625	6.07595	0.07595	4.2	160	32	0.2	5.25	0.0407
3	160	82	0.5125	6.15385	0.0779	4.2	160	33	0.20625	5.29134	0.04134
3	160	83	0.51875	6.23377	0.07992	4.2	160	34	0.2125	5.33333	0.04199

表（1）

同理，PWM设置为250KHZ时，可调整级数为：

$$32\text{MHZ} / 250\text{KHZ} = 128 \text{ (级)}$$

由下表（2）可以看出，当PWM设置为250KHZ，电池电压在3V时PWM调整一级Vout电压变化最大为71mv左右。

Vin	周期	高电平	占空比	Vout	ΔVout		Vin	周期	高电平	占空比	Vout	ΔVout
3	128	40	0.3125	4.36364			4.2	128	1	0.00781	4.23307	
3	128	41	0.32031	4.41379	0.05016		4.2	128	2	0.01563	4.26667	0.0336
3	128	42	0.32813	4.46512	0.05132		4.2	128	3	0.02344	4.3008	0.03413
3	128	43	0.33594	4.51765	0.05253		4.2	128	4	0.03125	4.33548	0.03468
3	128	44	0.34375	4.57143	0.05378		4.2	128	5	0.03906	4.37073	0.03525
3	128	45	0.35156	4.62651	0.05508		4.2	128	6	0.04688	4.40656	0.03583
3	128	46	0.35938	4.68293	0.05642		4.2	128	7	0.05469	4.44298	0.03642
3	128	47	0.36719	4.74074	0.05781		4.2	128	8	0.0625	4.48	0.03702
3	128	48	0.375	4.8	0.05926		4.2	128	9	0.07031	4.51765	0.03765
3	128	49	0.38281	4.86076	0.06076		4.2	128	10	0.07813	4.55593	0.03829
3	128	50	0.39063	4.92308	0.06232		4.2	128	11	0.08594	4.59487	0.03894
3	128	51	0.39844	4.98701	0.06394		4.2	128	12	0.09375	4.63448	0.03961
3	128	52	0.40625	5.05263	0.06562		4.2	128	13	0.10156	4.67478	0.0403
3	128	53	0.41406	5.12	0.06737		4.2	128	14	0.10938	4.71579	0.04101
3	128	54	0.42188	5.18919	0.06919		4.2	128	15	0.11719	4.75752	0.04173
3	128	55	0.42969	5.26027	0.07108		4.2	128	16	0.125	4.8	0.04248
3	128	56	0.4375	5.33333	0.07306		4.2	128	17	0.13281	4.84324	0.04324
3	128	57	0.44531	5.40845	0.07512		4.2	128	18	0.14063	4.88727	0.04403
3	128	58	0.45313	5.48571	0.07726		4.2	128	19	0.14844	4.93211	0.04484
3	128	59	0.46094	5.56522	0.0795		4.2	128	20	0.15625	4.97778	0.04567
3	128	60	0.46875	5.64706	0.08184		4.2	128	21	0.16406	5.0243	0.04652
3	128	61	0.47656	5.73134	0.08428		4.2	128	22	0.17188	5.0717	0.0474
3	128	62	0.48438	5.81818	0.08684		4.2	128	23	0.17969	5.12	0.0483
3	128	63	0.49219	5.90769	0.08951		4.2	128	24	0.1875	5.16923	0.04923
3	128	64	0.5	6	0.09231		4.2	128	25	0.19531	5.21942	0.05019
3	128	65	0.50781	6.09524	0.09524		4.2	128	26	0.20313	5.27059	0.05117
3	128	66	0.51563	6.19355	0.09831		4.2	128	27	0.21094	5.32277	0.05218
3	128	67	0.52344	6.29508	0.10153		4.2	128	28	0.21875	5.376	0.05323
3	128	68	0.53125	6.4	0.10492		4.2	128	29	0.22656	5.4303	0.0543
3	128	69	0.53906	6.50847	0.10847		4.2	128	30	0.23438	5.48571	0.05541
3	128	70	0.54688	6.62069	0.11222		4.2	128	31	0.24219	5.54227	0.05655
3	128	71	0.55469	6.73684	0.11615		4.2	128	32	0.25	5.6	0.05773
3	128	72	0.5625	6.85714	0.1203		4.2	128	33	0.25781	5.65895	0.05895
3	128	73	0.57031	6.98182	0.12468		4.2	128	34	0.26563	5.71915	0.0602

表（2）

PWM设置为300KHZ时，可调整级数为：

$$32\text{MHZ} / 300\text{KHZ} = 107 \text{ (级)}$$

由下表（3）可以看出，当PWM设置为300KHZ，电池电压在3V时PWM调整一级Vout电压变化最大为85mv左右。

Vin	周期	高电平	占空比	Vout			Vin	周期	高电平	占空比	Vout	ΔVout
3	107	30	0.28037	4.16883			4.2	107	1	0.00935	4.23962	
3	107	31	0.28972	4.22368	0.05485		4.2	107	2	0.01869	4.28	0.04038
3	107	32	0.29907	4.28	0.05632		4.2	107	3	0.02804	4.32115	0.04115
3	107	33	0.30841	4.33784	0.05784		4.2	107	4	0.03738	4.36311	0.04195
3	107	34	0.31776	4.39726	0.05942		4.2	107	5	0.04673	4.40588	0.04278
3	107	35	0.3271	4.45833	0.06107		4.2	107	6	0.05607	4.4495	0.04362
3	107	36	0.33645	4.52113	0.06279		4.2	107	7	0.06542	4.494	0.0445
3	107	37	0.34579	4.58571	0.06459		4.2	107	8	0.07477	4.53939	0.04539
3	107	38	0.35514	4.65217	0.06646		4.2	107	9	0.08411	4.58571	0.04632
3	107	39	0.36449	4.72059	0.06841		4.2	107	10	0.09346	4.63299	0.04728
3	107	40	0.37383	4.79104	0.07046		4.2	107	11	0.1028	4.68125	0.04826
3	107	41	0.38318	4.86364	0.07259		4.2	107	12	0.11215	4.73053	0.04928
3	107	42	0.39252	4.93846	0.07483		4.2	107	13	0.1215	4.78085	0.05032
3	107	43	0.40187	5.01563	0.07716		4.2	107	14	0.13084	4.83226	0.05141
3	107	44	0.41121	5.09524	0.07961		4.2	107	15	0.14019	4.88478	0.05252
3	107	45	0.42056	5.17742	0.08218		4.2	107	16	0.14953	4.93846	0.05368
3	107	46	0.42991	5.2623	0.08488		4.2	107	17	0.15888	4.99333	0.05487
3	107	47	0.43925	5.35	0.0877		4.2	107	18	0.16822	5.04944	0.0561
3	107	48	0.4486	5.44068	0.09068		4.2	107	19	0.17757	5.10682	0.05738
3	107	49	0.45794	5.53448	0.0938		4.2	107	20	0.18692	5.16552	0.0587
3	107	50	0.46729	5.63158	0.0971		4.2	107	21	0.19626	5.22558	0.06006
3	107	51	0.47664	5.73214	0.10056		4.2	107	22	0.20561	5.28706	0.06148
3	107	52	0.48598	5.83636	0.10422		4.2	107	23	0.21495	5.35	0.06294
3	107	53	0.49533	5.94444	0.10808		4.2	107	24	0.2243	5.41446	0.06446
3	107	54	0.50467	6.0566	0.11216		4.2	107	25	0.23364	5.48049	0.06603

表（3）

对于移动电源应用，建议PWM调整一级电压变动不大于70mv，所以对于CSU8RP3119B而言，建议PWM频率设置为200KHZ-250KHZ。

#### 2.1.4 输出电容参数

对于软件三合一移动电源，输出电容至少需要2个22uF+1个0.1uF的陶瓷电容。否则会造成系统输出电压不稳定。如果需要通过更小的纹波（<100mV）要求，可根据实际情况增加1~2个22uF电容。电容耐压需要保证10V以上。



## 2.3 芯片 VDD 电路设计

当移动电源带重载拔出或者输出端短路时，由于软件动态响应速度问题，主控芯片瞬间有可能输出占空比较大的 PWM，导致 Vout 端出现高压。由于主控芯片 VDD 是由 Vout 电压供电，为防止芯片被瞬间产生的高压打坏，在 VDD 端必须串联一个肖特基二极管和一个 10 欧姆电阻，保证芯片 VDD 端的电压低于极限电压 6.0V。

另外，主控芯片 VDD 建议采用电池电压和 Vout 电压双电源供电。当系统睡眠时通过电池电压供电，保证芯片正常工作。当系统升压时，采用 Vout 电压供电，保证系统转化效率。

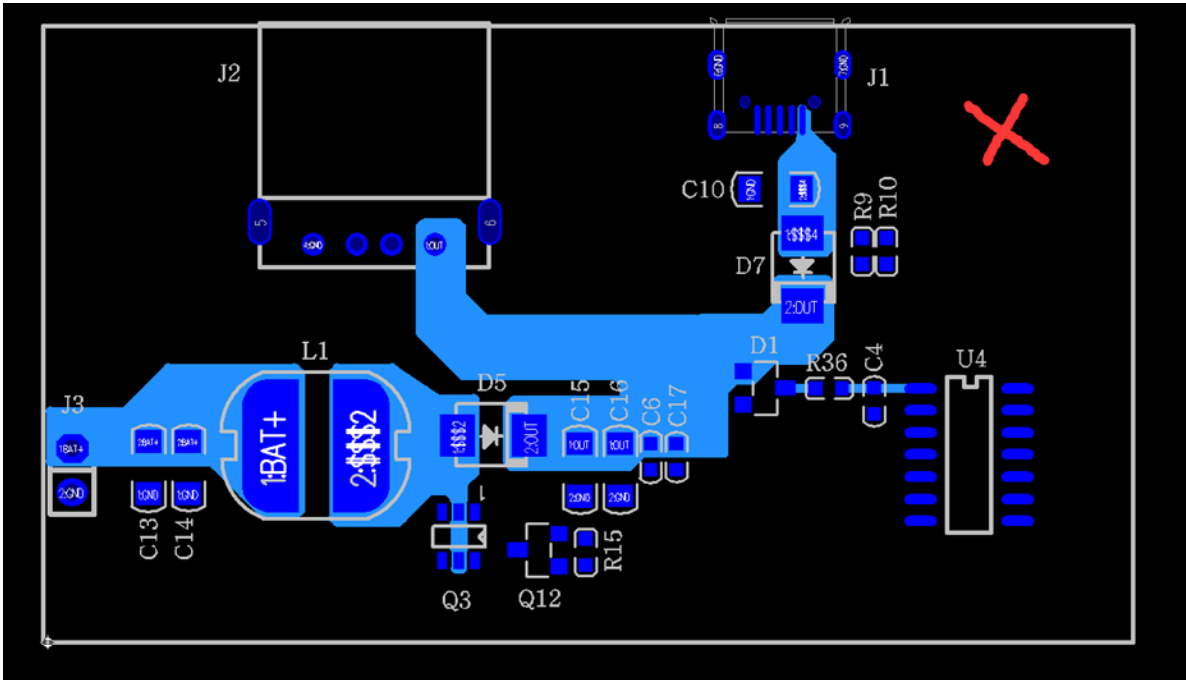
## 2.4 芯片 IO 口电路设计

芯片 IO 口可靠性设计基本原则：

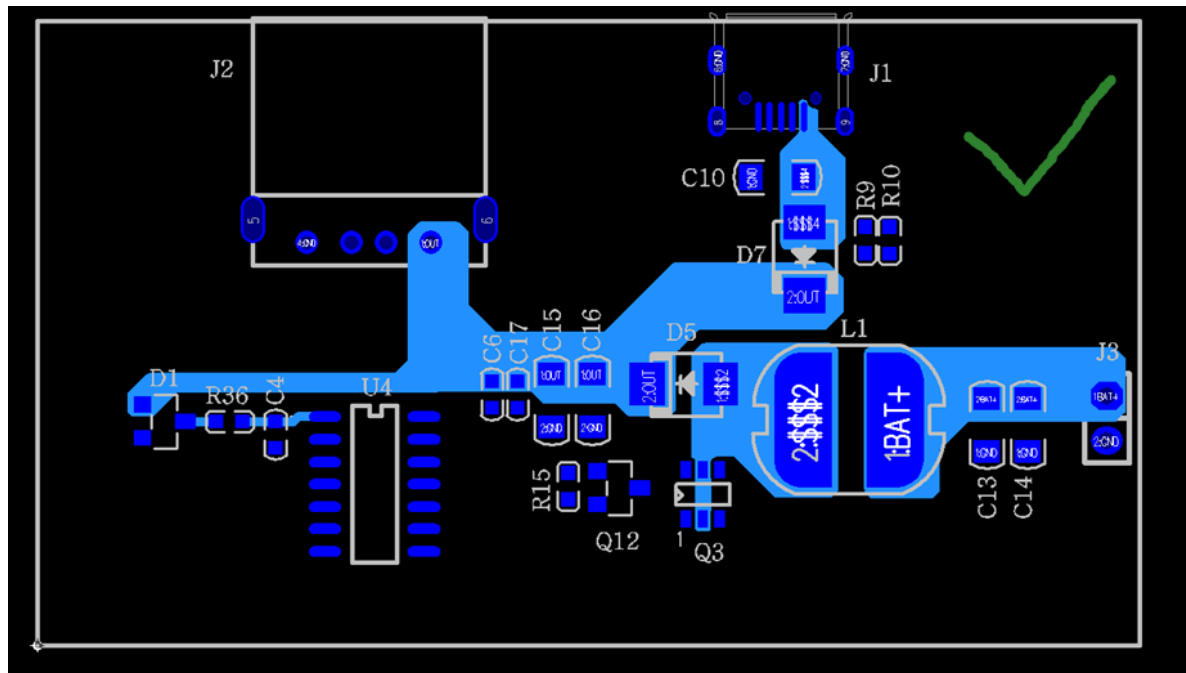
- (1) 保证芯片 IO 电压不大于  $VDD+0.3V$
- (2) 保证芯片所有 IO 灌电流不大于 150mA
- (3) 保证芯片所有 IO 输出总电流不大于 150mA

## 2.5 PCB 布局要求

移动电源类感性负载电源系统对 PCB 布板要求比较高，布局不合理会造成主控芯片被高压损坏。如下图（1）所示：Micro B 接口进来的电压经过 D7 后直接灌到了主控芯片 U4 的 VDD，当接入比较差的适配器时，有可能会产生高压并损坏主控芯片。这种情况下，NC 的 C10 电容必须焊接 22uF 以上的电容。正确的 PCB 布局如图（2）所示，Micro B 接口进来的电压经过 D7 和电容 C15、C16、C17 输出电容后才到主控芯片 U4 的 VDD，另外升压电路出来的电压同样经过电容 C15、C16、C17 才到主控芯片 U4 的 VDD，这样的布局对于主控芯片的高压保护起到很好的作用，并且 Micro B 接口端的大电容 C10 可以省掉，节省成本。



图（1）错误的布板方式



图（2）正确的布板方式