



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：

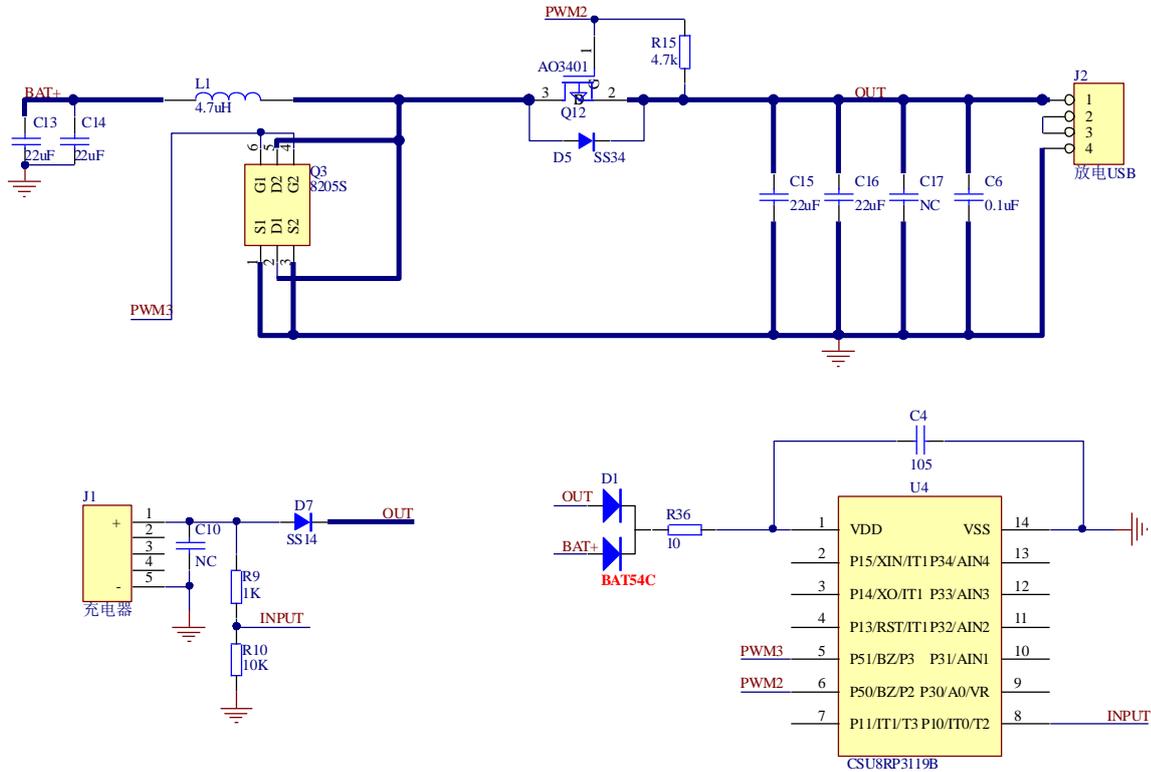
符号	参数	最小值	最大值	单位
VDD-VAGND	直流电源电压	-0.3	6.0	V
VIN	引脚输入电压	VAGND-0.3	VDD+0.3	V
工作温度	工作温度	-40	85	°C

- 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。

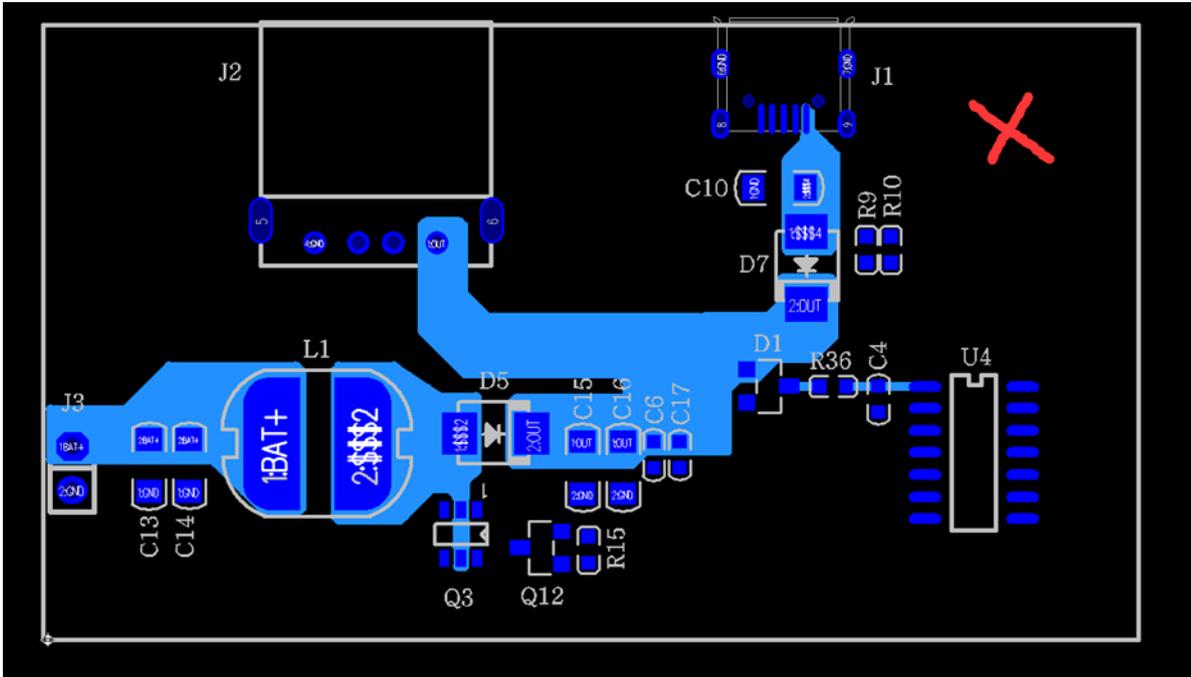
2.4 芯片 IO 口电路设计

芯片 IO 口可靠性设计基本原则：

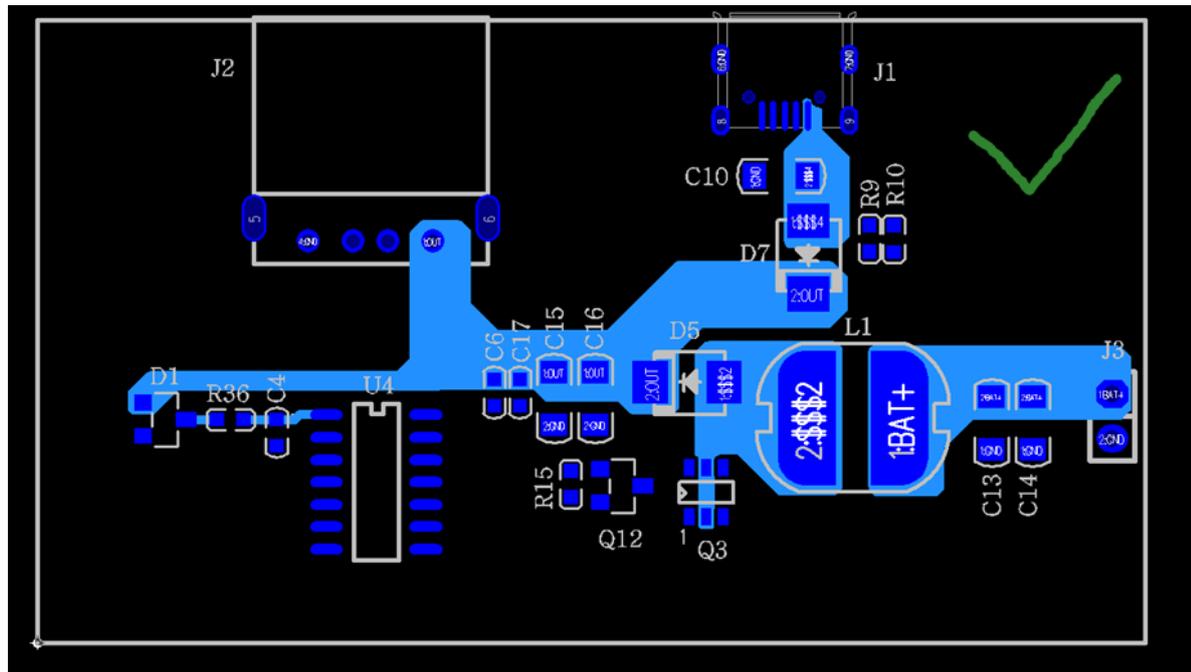
- (1) 保证芯片 IO 电压不大于 $VDD+0.3V$
- (2) 保证芯片所有 IO 灌电流不大于 150mA
- (3) 保证芯片所有 IO 输出总电流不大于 150mA

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