

SP1233FL QC2.0/3.0 Demo Board Manual	Demo 版本: SP1233FLQC2.0/3.0
	文档版本: VER: 02



图 1. DEMO 实物图

DEMO 板特性:

- 典型输入电压: 12V、24V
 - 典型输出电压/电流: 5V/3A、9V/2A、12V/1.5A
 - 输出短路保护
 - 过温保护
 - 支持 QC2.0/3.0 A 类规范
- 支持 Apple 2.4A 应用
支持 Samsung Galaxy Note 2.0A 应用
支持 BC1.2 & YD/T 1591 充电协议

目录

一、 DEMO 基本信息.....	3
1.1 概述.....	3
1.2 DEMO 板原理图.....	3
1.3 BOM 清单.....	4
1.4 DEMO 结构示意图.....	5
1.5 DEMO 板印制图.....	5
二、测试数据.....	6
2.1 DEMO 板数据测试.....	6
2.2 效率测试.....	7
2.3 QC3.0 步进测试.....	7
三、应用信息.....	11
3.1 输入电容选择.....	11
3.2 输出电容选择.....	11
3.3 电感选择.....	11

一、DEMO 基本信息

1.1 概述

此应用方案是 SP1233FL QC2.0/3.0 车充演示版，典型输入电压为 12V、24V，典型输出电压为 5V、9V、12V。

1.2 DEMO 板原理图

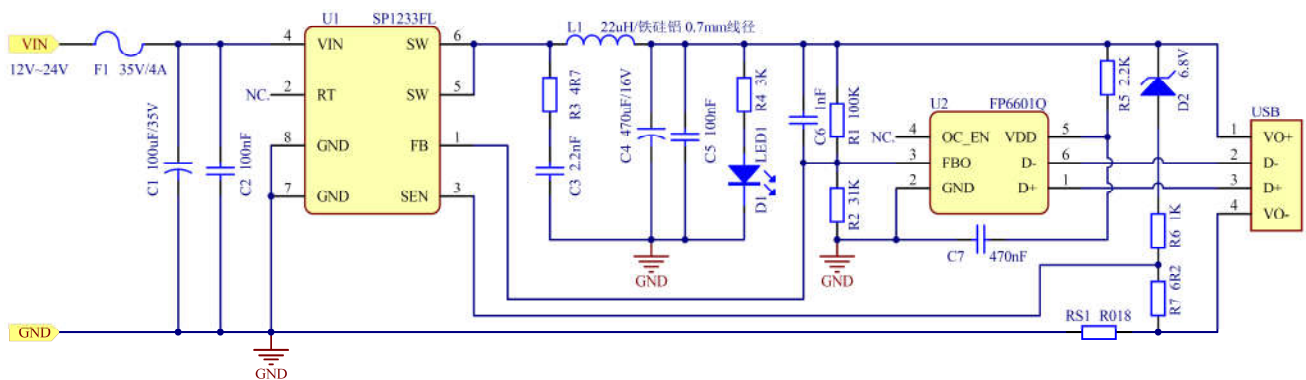


图 2. SP1233FL QC2.0/3.0 应用原理图

1.3 BOM 清单

元件名	元件位置	规格及型号
电阻	R1	100K±1% 0603
	R2	31.6 K±1% 0603
	R3	4R7±1% 0603
	R4	3K±1% 0603
	R5	2.2K±1% 0603
	R6	1K±1% 0603
	R7	6R2±1% 0603
	RS1	R018±1% 1206/0.25W
电容	C1	Low ESR 100uF/35V X7R 6*7
	C2	100nF/50V X7R 0603
	C3	2.2nF/50V X7R 0603
	C4	Low ESR 470uF/16V X7R 6*10
	C5	100nF/50V X7R 0603
	C6	1nF/50V X7R 0603
	C7	4.7nF/50V X7R 0603
LED 指示灯	D1	蓝色 0603
稳压二极管	D2	贴片 6.8V 1206
电感	L1	22uH 铁硅铝磁环 6*12mm 线径 0.7mm
保险丝	F1	贴片 4A/35V 1206
USB	USB	AF A 型单层 USB 母口卧式
控制 IC	U1	SP1233FL
快充识别 IC	U2	FP6601Q

表 1 .BOM 清单

1.4 DEMO 结构示意图

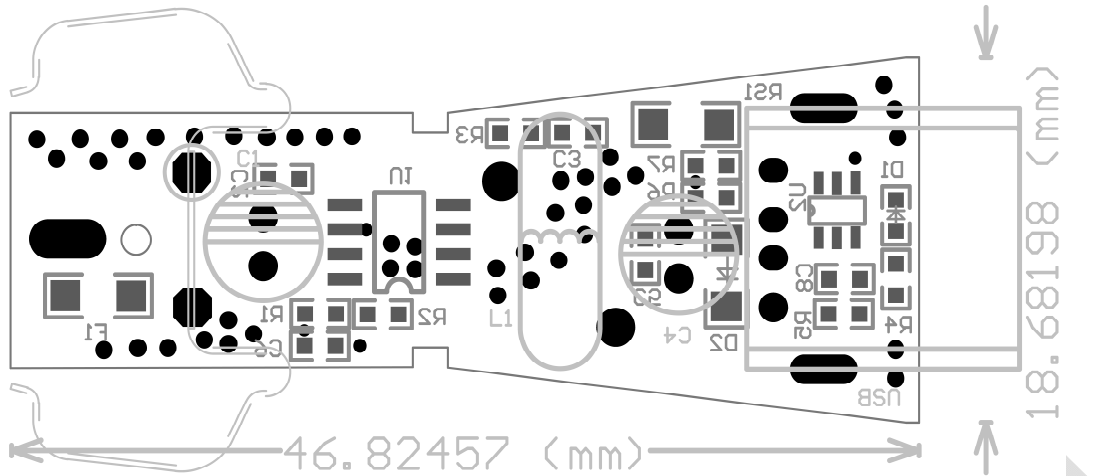


图 3. DEMO 结构示意图

1.5 DEMO 板印制图

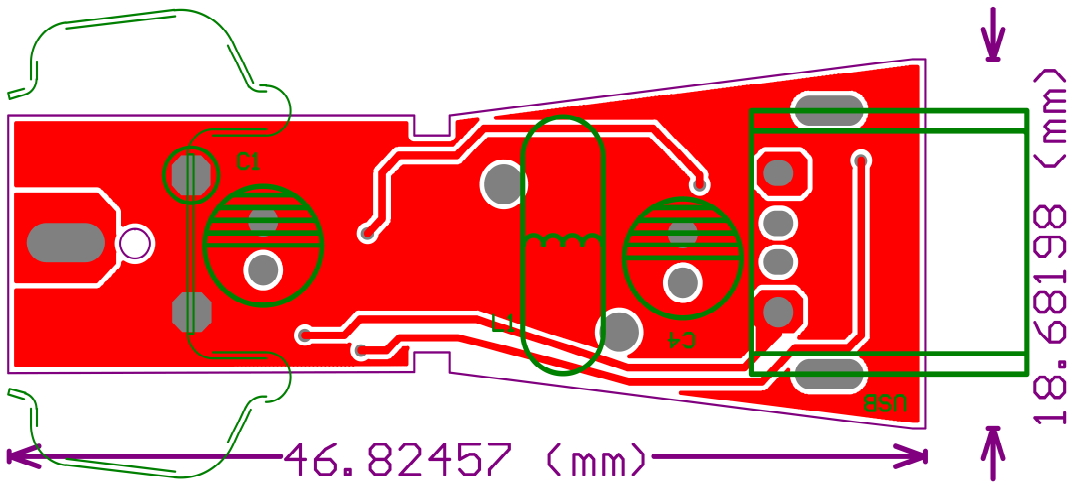


图 4. Top View

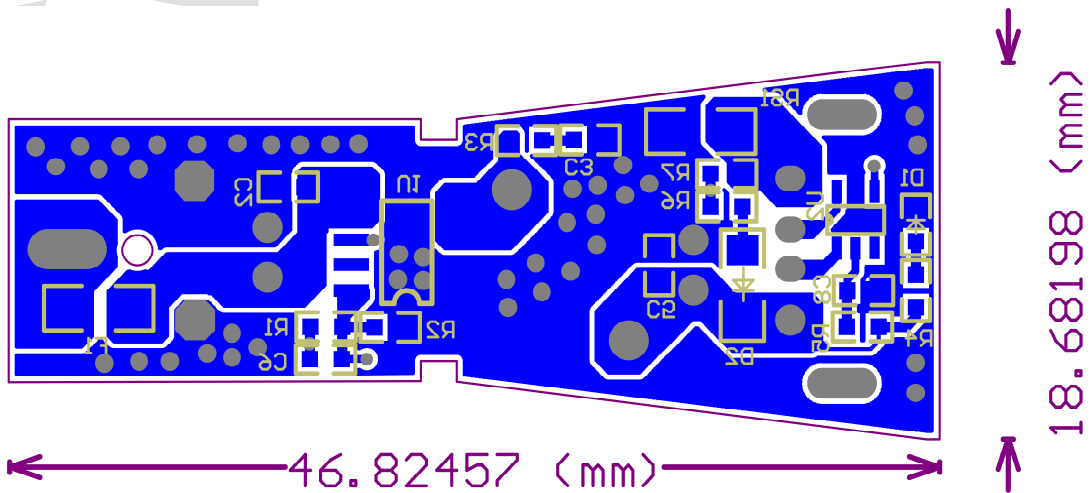


图 5. Bottom View

二、测试数据

2.1 DEMO 板数据测试

NO.	测试项目	测试条件	测量设备	测试结果
1	输入 12V 下的 输出电压	输出 5V/空载	万用表	5.000 V
2		输出 5V/3A	电子负载, 万用表	5.040V
3		输出 9V/空载	万用表	8.963V
4		输出 9V/2A	电子负载, 万用表	9.007V
5		输出 12V/空载	万用表	11.938V
6		输出 12V/1.5A	电子负载, 万用表	11.829V
7	输入 24V 下的 输出电压	输出 5V/空载	万用表	5.009V
8		输出 5V/3A	电子负载, 万用表	5.040V
9		输出 9V/空载	万用表	8.977V
10		输出 9V/2A	电子负载, 万用表	9.035V
11		输出 12V/空载	万用表	11.962V
12		输出 12V/1.5A	电子负载, 万用表	12.041V
13	输出短路保护	空载	电子负载	OK
14	输出纹波	输入 12V, 输出 5V/3A	示波器	16.8mV
15		输入 12V, 输出 9V/2A	示波器	13.2mV
16		输入 12V, 输出 12V/1.5A	示波器	2.6mV
17		输入 24V, 输出 5V/3A	示波器	27.2mV
18		输入 24V, 输出 9V/2A	示波器	29.2mV
19		输入 24V, 输出 12V/1.5A	示波器	30mV
20	低温快充触发	在-25℃下, 输入 12V、24V 触发 QC 功能		OK
21	高温快充触发	在 85℃下, 输入 12V、24V 触发 QC 功能		OK

表 2. DEMO 板参数测试表

2.2 效率测试

输入电压(V)	输入电流(A)	输出电压(V)	输出电流(A)	效率(%)
12.003	1.3525	5.040	3	93.13
12.001	1.5509	9.007	2	96.79
12.003	1.4974	11.829	1.5	98.72

表 3. 输入 12V 的效率测试

输入电压(V)	输入电流(A)	输出电压(V)	输出电流(A)	效率(%)
24.00	0.6857	5.040	3	91.87
24.00	0.7911	9.035	2	95.17
24.00	0.7815	12.041	1.5	96.30

表 4. 输入 24V 的效率测试

2.3 波形测试

2.3.1 上电启动及掉电波形

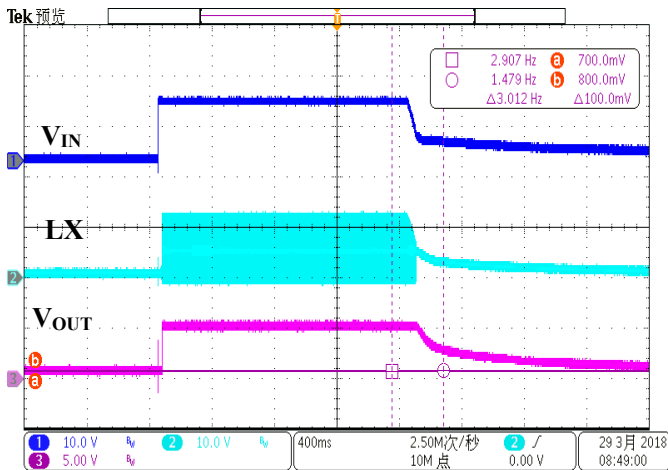


图 6. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=5V$, $I_{OUT}=0A$

2.3.2 输出短路保护及恢复波形

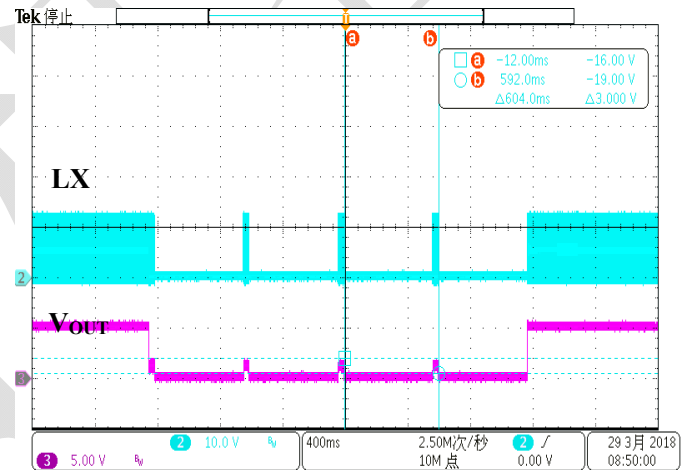


图 7. 短路保护及恢复波形

2.3.3 正常工作开关波形

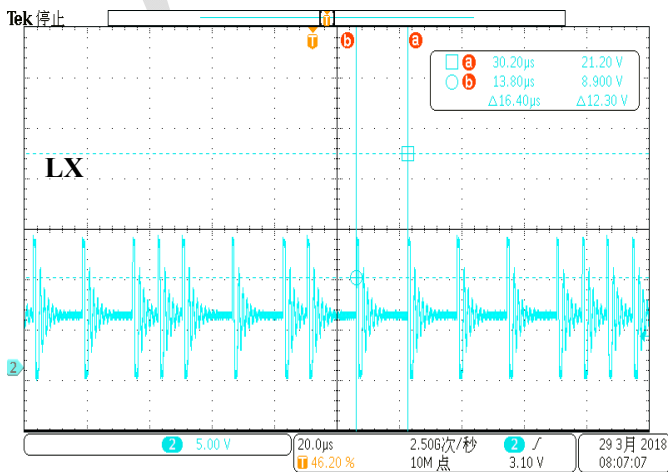


图 8. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=5V$, 空载开关波形

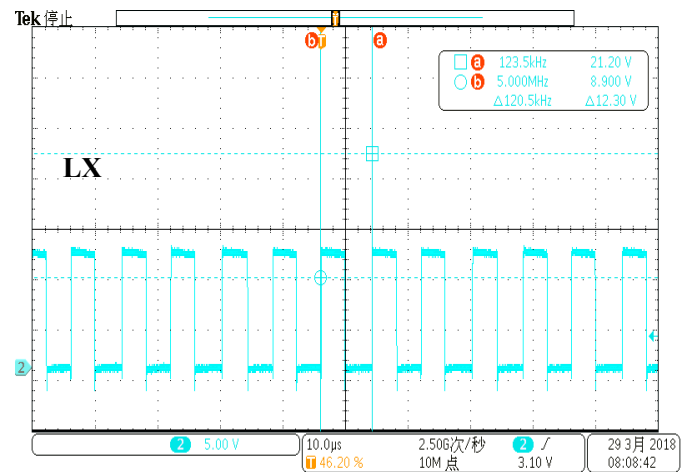


图 9. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=5V$, $I_{OUT}=3A$ 开关波形

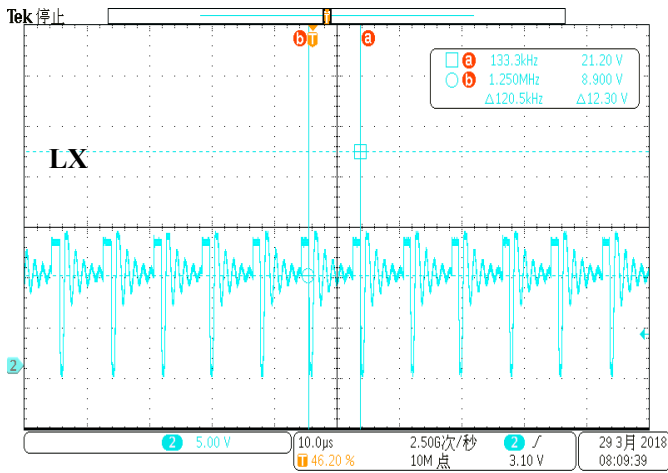


图 10. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=9V$, 空载开关波形

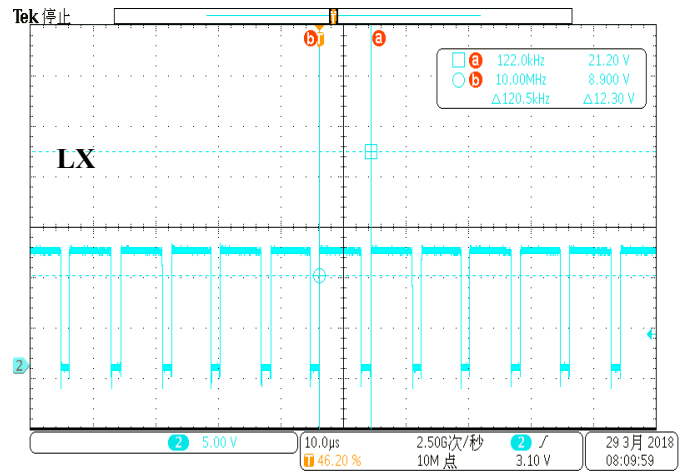


图 11. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=9V$, $I_{OUT}=2A$ 开关波形

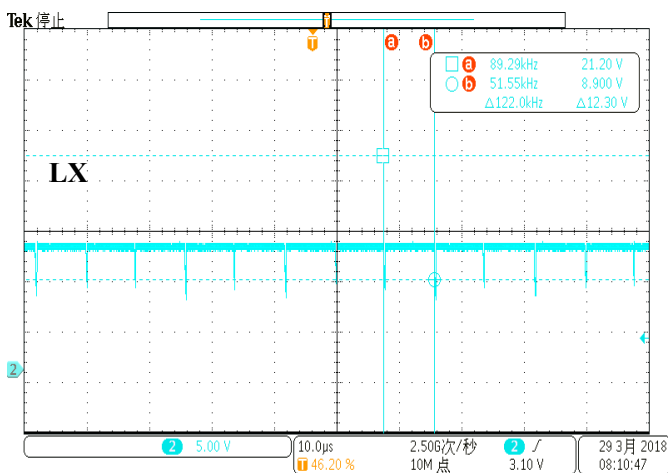


图 12. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=12V$, 空载开关波形

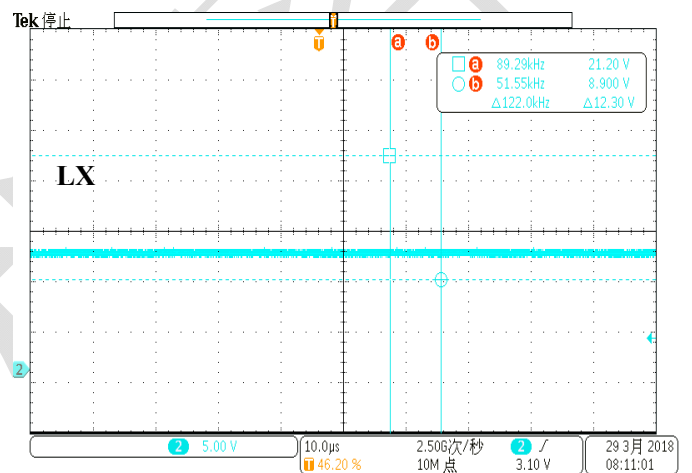


图 13. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=12V$, $I_{OUT}=1.5A$ 开关波形

2.3.4 输出纹波波形

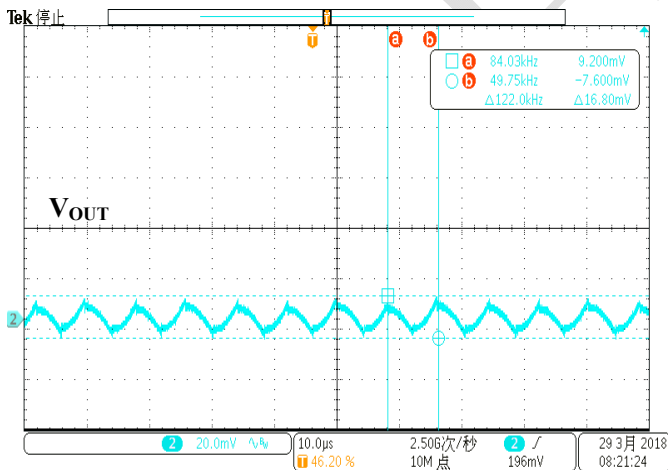


图 14. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=5V$, $I_{OUT}=3A$ 输出纹波

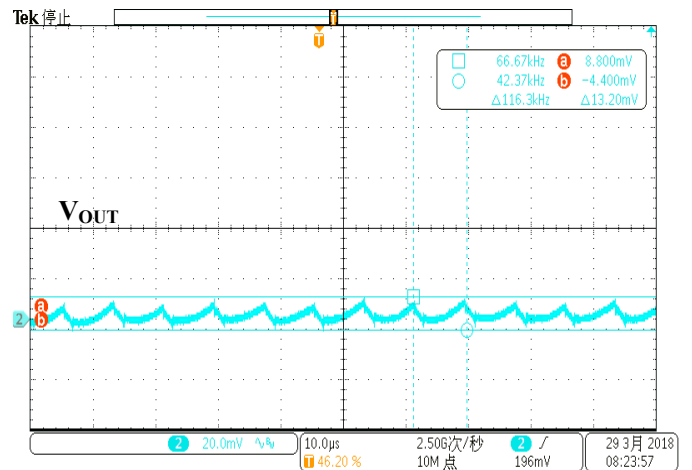


图 15. $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=9V$, $I_{OUT}=2A$ 输出纹波

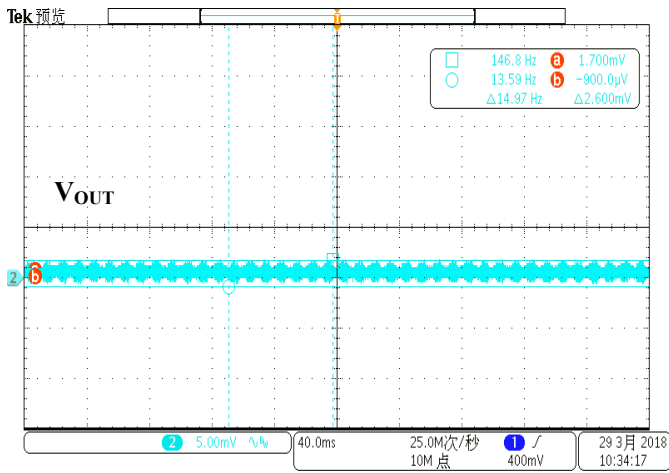


图 16 . $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=12V$, $I_{OUT}=1.5A$ 输出纹波

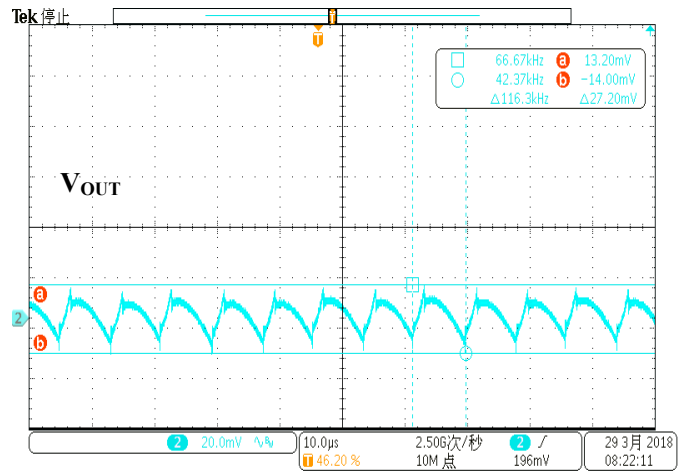


图 17 . $V_{IN}=24V$, $V_{OUT}=5V$, $I_{OUT}=3A$ 输出纹波

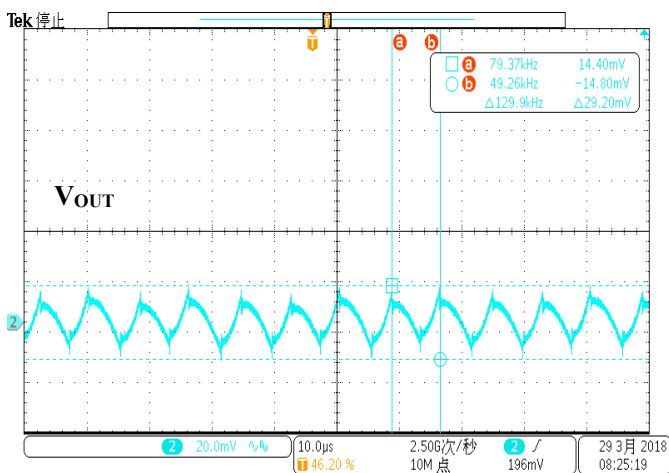


图 18 . $V_{IN}=24V$, $V_{OUT}=9V$, $I_{OUT}=2A$ 输出纹波

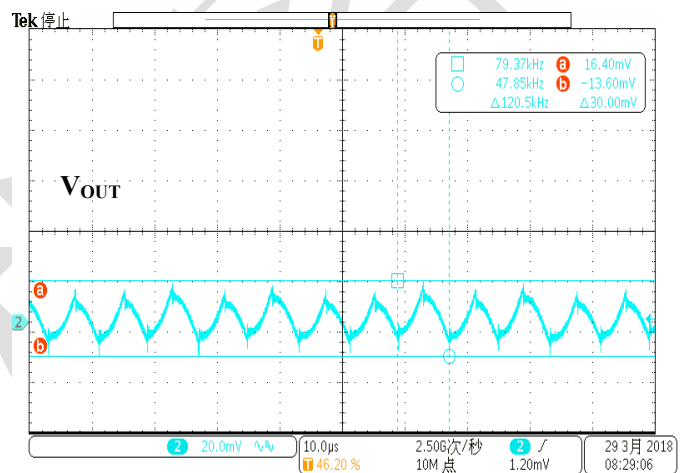


图 19 . $V_{IN}=24V$, $V_{OUT}=12V$, $I_{OUT}=1.5A$ 输出纹波

2.3.5 快充触发测试

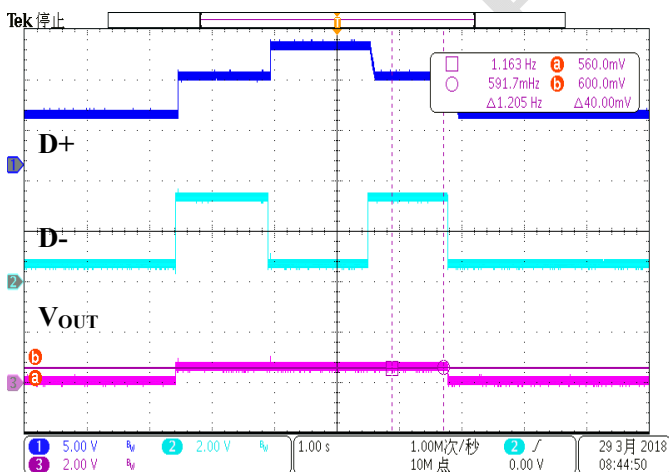


图 20 .快充触发测试波形

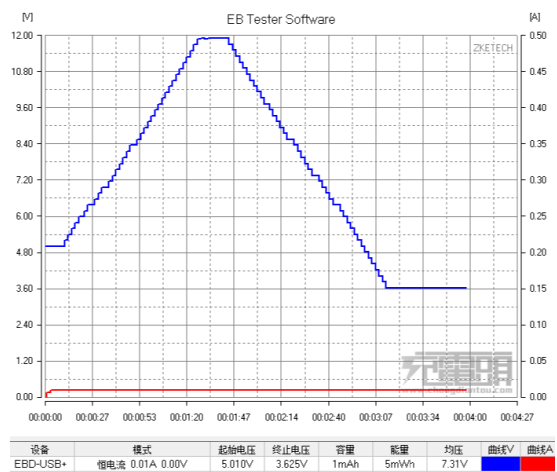
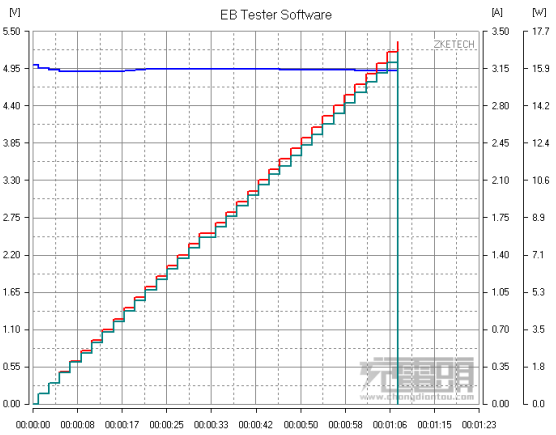
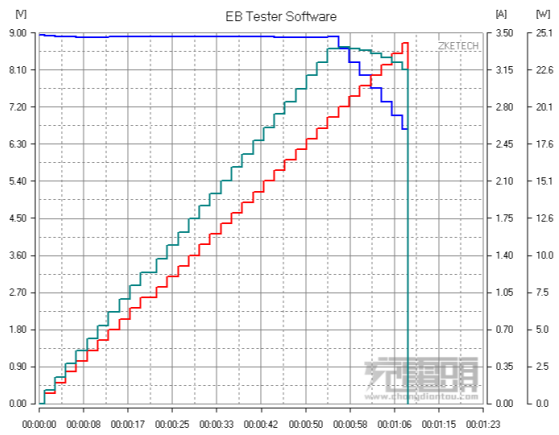


图 21 .快充 3.0V 200mV 步进测试曲线



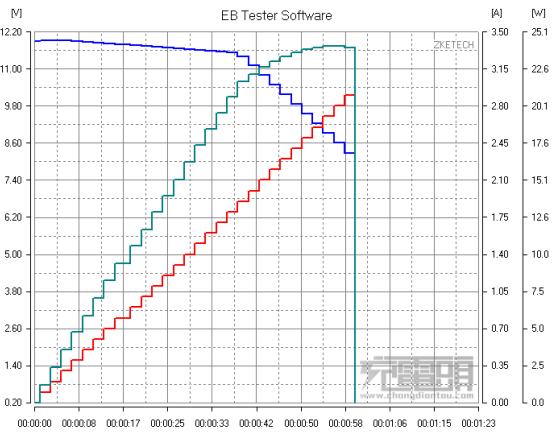
设备	模式	起始电压	终止电压	容量	能量	均压	曲线V	曲线A
EBC-USB+	恒电流 3.50A 0.80V	4.995V	0.000V	34mAh	165mWh	4.93V		

图 22 .12Vin, 5Vout 带载测试曲线



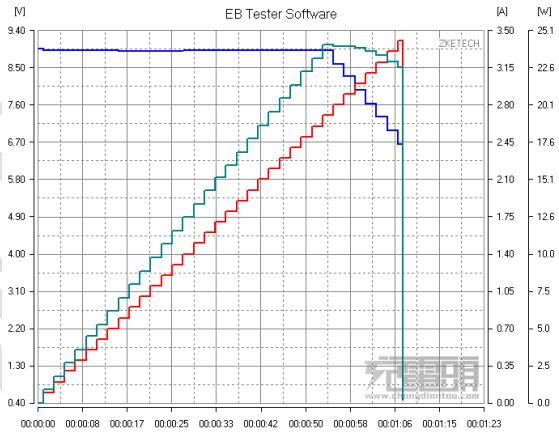
设备	模式	起始电压	终止电压	容量	能量	均压	曲线V	曲线A
EBC-USB+	恒电流 3.50A 0.80V	8.943V	0.003V	33mAh	290mWh	8.66V		

图 23 .12Vin, 9Vout 带载测试曲线



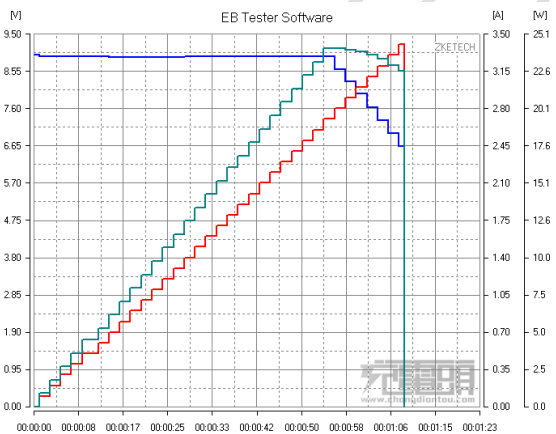
设备	模式	起始电压	终止电压	容量	能量	均压	曲线V	曲线A
EBC-USB+	恒电流 3.10A 0.80V	11.90V	0.341V	26mAh	289mWh	10.98V		

图 24 .12Vin, 12Vout 带载测试曲线



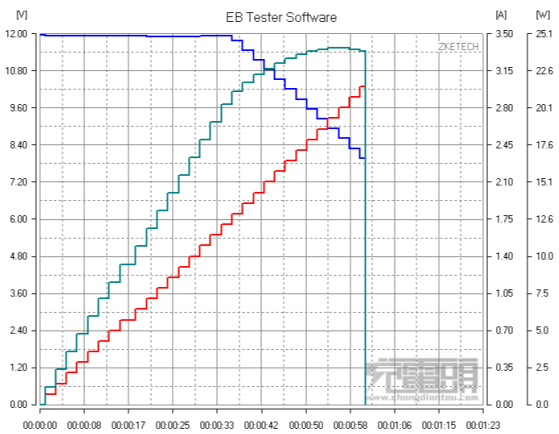
设备	模式	起始电压	终止电压	容量	能量	均压	曲线V	曲线A
EBC-USB+	恒电流 3.50A 0.80V	8.951V	0.485V	33mAh	288mWh	8.66V		

图 25 .24Vin, 5Vout 带载测试曲线



设备	模式	起始电压	终止电压	容量	能量	均压	曲线V	曲线A
EBC-USB+	恒电流 3.50A 0.80V	8.956V	0.000V	33mAh	290mWh	8.67V		

图 26 .24Vin, 9Vout 带载测试曲线



设备	模式	起始电压	终止电压	容量	能量	均压	曲线V	曲线A
EBC-USB+	恒电流 3.10A 0.80V	11.94V	0.000V	26mAh	291mWh	11.09V		

图 27 .24Vin, 12Vout 带载测试曲线

三、应用信息

3.1 输入电容选择

在连续模式中，转换器的输入电流是一组占空比约为 V_{OUT}/V_{IN} 的方波。为了防止大的瞬态电压，必须采用针对最大 RMS 电流要求而选择低 ESR（等效串联电阻）输入电容。最大 RMS 电容电流由下式给出：

$$I_{RMS} \approx I_{MAX} \times \frac{\sqrt{V_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})}}{V_{IN}}$$

其中，最大平均输出电流 I_{MAX} 等于峰值电流与 1/2 峰值纹波电流值差，即 $I_{MAX} = I_{LIM} - \Delta I_L / 2$ 。在未使用陶瓷电容时，还建议在输入电容上增加一个 0.1 μ F 至 1 μ F 的陶瓷电容器以进行高频去耦。

3.2 输出电容选择

同样需要低 ESR 输出电容来保证低输出电压纹波。输出电压纹波为：

$$V_{RIPPLE} = I_{OUT} K_{RIPPLE} R_{ESR} + \frac{V_{IN}}{28 \times f_{LX}^2 L C_{OUT}}$$

这里的 I_{OUTMAX} 是最大输出电流， K_{RIPPLE} 是纹波因数， R_{ESR} 是输出电容的等效串联电阻 (ESR)， f_{LX} 是开关频率， L 是电感量， C_{OUT} 是输出电容。假设使用陶瓷电容， R_{ESR} 很低不会影响纹波。因此，用陶瓷电容时可以用更低的电容值。假设使用钽电容或电解电容时，那么纹波由 R_{ESR} 和纹波电流的乘积决定。如果是那样的话，就要选择低 ESR 的输出电容。

对于陶瓷输出电容，典型选择一个大概 470 μ F 的电容；对于钽电容或电解电容，选择一个 ESR 低于 50m Ω 的电容。

3.3 电感选择

电感为输出负载维持连续的电流。电感电流纹波由电感量决定：

更大的电感量能够减小电流纹波的峰峰值。较大的电感量会增加电感磁芯尺寸和串联电阻，且会降低电流处理能力，所以要在电感磁芯尺寸和串联电阻之间进行折中考虑。通常，根据纹波电流的需要来选取电感值 L ：

$$L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} f_{LX} I_{OUTMAX} K_{RIPPLE}}$$

在这里 V_{IN} 是输入电压， V_{OUT} 是输出电压， f_{LX} 是开关频率， I_{OUTMAX} 是最大输出电流， K_{RIPPLE} 是纹波因数。在典型应用中，选择 $K_{RIPPLE} = 30\%$ 相当于峰峰值纹波电流为最大输出电流的 30%。

有了电感量，电感峰值电流为 $I_{OUT} \times (1 + K_{RIPPLE} / 2)$ 。要确保电感的峰值电流低于转换器的限流点。最后，选择合适磁芯尺寸以至于电感不会在达到电感峰值电流时饱和。