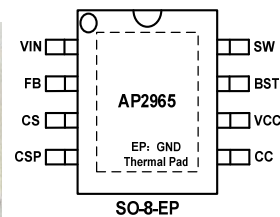


## 1 概述

AP2965 是一款 40V/4.2A 带 CV/CC 高性能 DC/DC 同步降压转换器。因其所具有的恒压 (CV) 工作模式, 恒流 (CC) 工作模式, 99% 的占空比, Ultra LDO 工作模式 (输入与输出压差低于 0.3V 时), 输出线材压降补偿 (Voltage Drop Compensation) 功能, 使得 AP2965 特别适用于 QC2.0, QC3.0, Type-C PD 车载充电器。本文是 AP2965+FP6600Q 满足高通 QC3.0 和华为 FCP 快充车载充电器参考设计, 包括电气规格, 原理图, BOM, PCB Layout 和测试数据, 方便客户直接导入 AP2965。有关 AP2965 的详细规格, 外围参数的设计, 请参考 AP2965 规格书 (Datasheet)。有关 AP2965 详细测试数据, 请参考 AP2965 评估板应用说明 (AN-AP2965-Y17-005)。

AP2965 关键性能 (Key Features) 如下:

- 1) 6V-40V 宽输入工作电压范围
- 2) 40V 输入 OVP
- 3) 4.2A 输出电流
- 4) 97% 的效率@9V/2A 输出, 12V 或者 24V 输入条件下
- 5) 5% 恒流精度, 平均电流恒流模式 (Average Current Constant Current Mode)
- 6) 输出线材压降补偿功能 (Output Cable Voltage Drop Compensation)
- 7) 99% 的占空比和 Ultra LDO 工作模式, 在 12V 车载输入电压下获取 12V 的输出电压
- 8) 内部环路补偿 (Internal Loop Compensation), 外围器件最少, 应用简易
- 9) 125kHz 开关频率, 最佳化 EMI 和能效
- 10) 完整的保护功能: 输入 5.5V UVLO; 内置软启动; 输出 OCP 恒流; 输出 SCP 和 OVP; OTP
- 11) SO-8-EP 封装

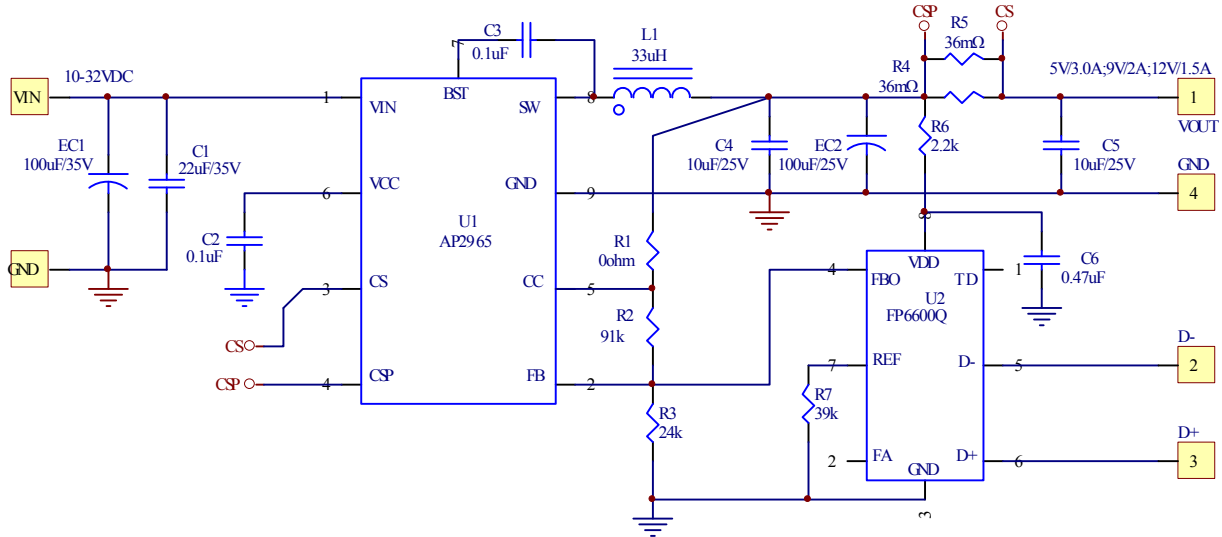


## 2 评估板电气规格

描述	条件	最小	典型	最大	单位
<b>输入特性</b>					
输入工作电压范围		6	12/24	36	V
额定输入电压范围		10	12/24	32	V
额定输入电流	Vin=12V; Vout=5V, Iout=3.0A			1.5	A
静态电流	Vin=12V; Vout=5V, No Load		1		mA
<b>输出特性</b>					
输出电压范围	Vin=10-36V; QC3.0 Class A	3.6		12	V
输出电流 1	Vout=3.6-7.5V		3.0		A
输出限流 1	Vout=5V		3.1		A
输出电流 2	Vout=9V		2.0		A
输出限流 2	Vout=9V		2.3		A
输出电流 3	Vout=12V		1.5		A
输出限流 3	Vout=12V		1.8		A
效率	Vin=12V; Vout=9V, Iout=2.0A		95		%

描述	条件	最小	典型	最大	单位
环境					
环境温度	空气自然流动	0	25	45	°C

### 3 原理图



### 4 料表 (BOM)

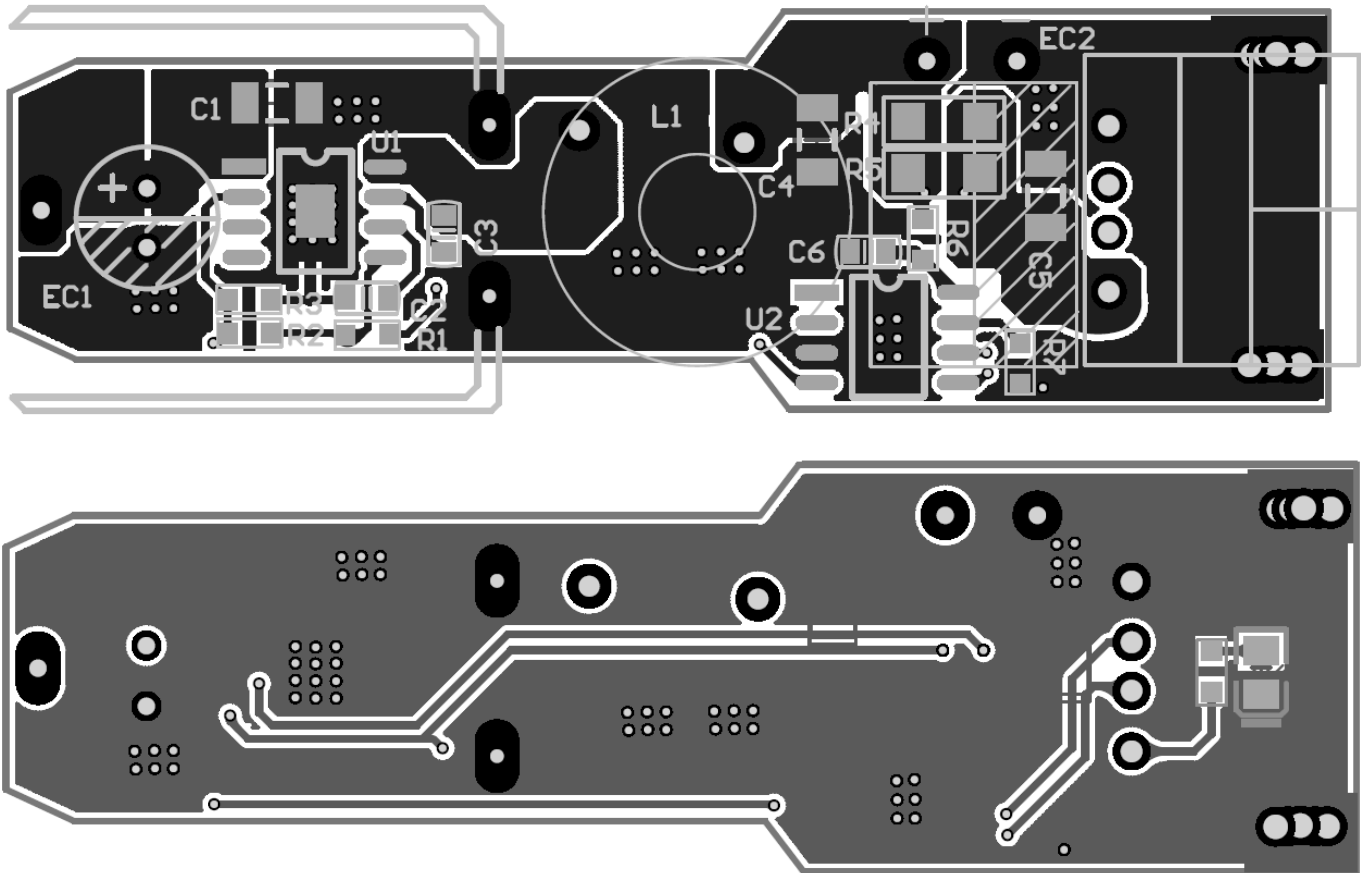
元件标号	元件名称	元件型号	封装尺寸	数量	备注
C1	贴片电容	22 µ F 35V X5R	1206	1	
C2, C3	贴片电容	0.1 µ F 10V X7R	0603	2	
C4, C5	贴片电容	10 µ F 25V X5R	1206	2	
C6	贴片电容	0.47 µ F 25V X5R	0603	1	
EC1	电解电容	100 µ F/35V	Φ 6*8	1	
EC2	电解电容	100 µ F/25V	Φ 6*8	1	
R1	贴片电阻	0 Ω	0603	1	
R2	贴片电阻	91k Ω, 1%	0603	1	
R3	贴片电阻	24k Ω, 1%	0603	1	
R4	贴片电阻	36m Ω, 1%	1206	1	
R5	贴片电阻	36m Ω, 1%	1206	1	
R6	贴片电阻	2.2k Ω, 5%	0603	1	
R7	贴片电阻	39k Ω, 1%	0603	1	
L1	功率电感	33 µ H, Core 11.2*6.35*3.96mm (OD*ID*H), 铁硅铝		1	
U1	AP2965	40V/4.2A CV/CC Synch Buck Converter	S0-8-EP	1	
U2	FP6600Q	QC3.0 and FCP 握手协议 IC	S0-8	1	

## 5 电感规格



铁硅铝磁环：11.2\*6.35\*3.96mm(外径\*内径\*高),  $\mu=125$ ;  $L_{min}=33\mu H$ ; Coil: AWG22(0.64mm)\*25 圈

## 6 电路板布局



## 7 注意事项:

- 7.1 AP2965 是 S0-8-EP 封装，其底部的露铜不仅仅是散热片，还是 IC 内部电路的 GND 电气连接点。在 PCB Layout 时，PCB GND 铜箔走线的面积足够宽，同时其底部 PCB GND 铜箔走线露铜的面积为  $2*3\text{mm}^2$ ，以确保 AP2965 底部散热片和 PCB GND 铜箔有可靠的电气连接和散热能力。
- 7.2 在 PCB layout 时，首先放置 Buck 电路输入端 EC1，C1 和 AP2965；然后放置 L1，C4，EC2，C5 和电流检测电阻 R4, R5。让 C1 紧靠 AP2965 的第 1 脚 VIN，使得 Buck 电路的功率回路包围的面积最小。
- 7.3 在 PCB layout 时，从电流检测电阻 R4 和 R5 引出 CSP 和 GSN 信号需要走平行线。

7.4 在 PCB layout 时，AP2965 外围器件 VCC 电容 C1 和 FB 脚的下拉电阻接地和功率回路的地要分开，要遵循凯尔文布线法，通过单独信号地路径和 AP2965 的 EP GND 相连，使得信号地和功率地分开。SW 脚的走线和电感 L1 要远离 AP2965 的 FB 脚和 FB 脚的走线，以免 SW 脚的开关波形干扰 FB 脚的采样。

## 8 设计说明

8.1 AP2965 是通过平均电流 (Average Current) 实现输出限流。评估板输出电流限流值可以通过输出电流检测电阻 R6 和 R7 来设定。在输出电压为 5V 时，AP2965 内部电流比较器的阈值是 60mV，输出电流恒流值可以依据以下等式 1 计算：

$$I_{OUT\_limit} = 0.06 \div \left( \frac{R4 \times R5}{R4 + R5} \right) \text{----- 等式 1}$$

针对 QC3.0 的应用，在相同的电流检测电阻下，在不同的输出电压下，AP2965 输出电流的恒流值不同，用户可以参考以下图 1：

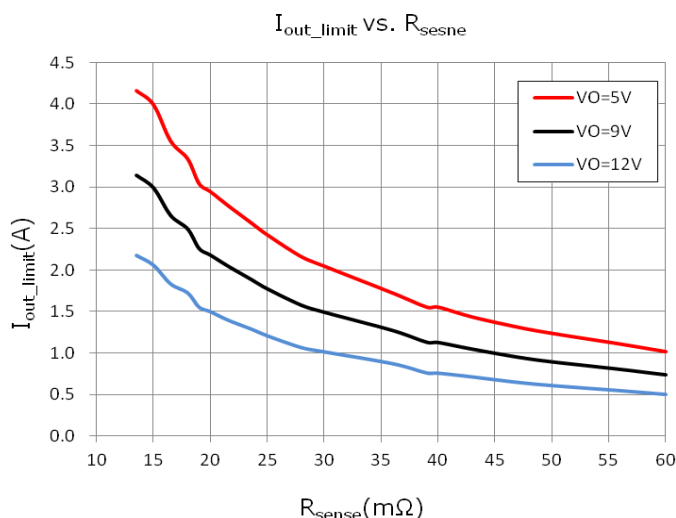


图 1：输出电流限流值和检测电阻，输出电压的关系曲线

8.2 在车载充电器应用时，为了补偿 USB 线上压降，AP2965 可依据图 2，通过设定 R1 的阻值来获得所需要补偿的压降。

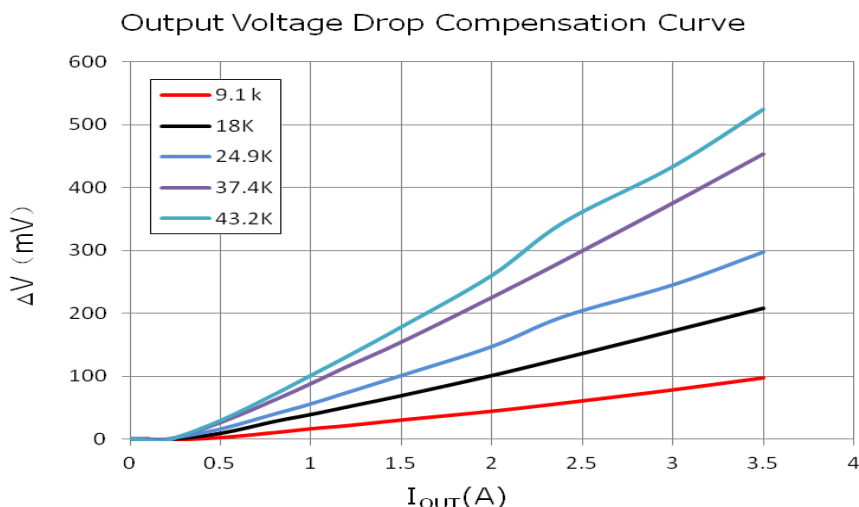


图 2：输出线材压降补偿曲线

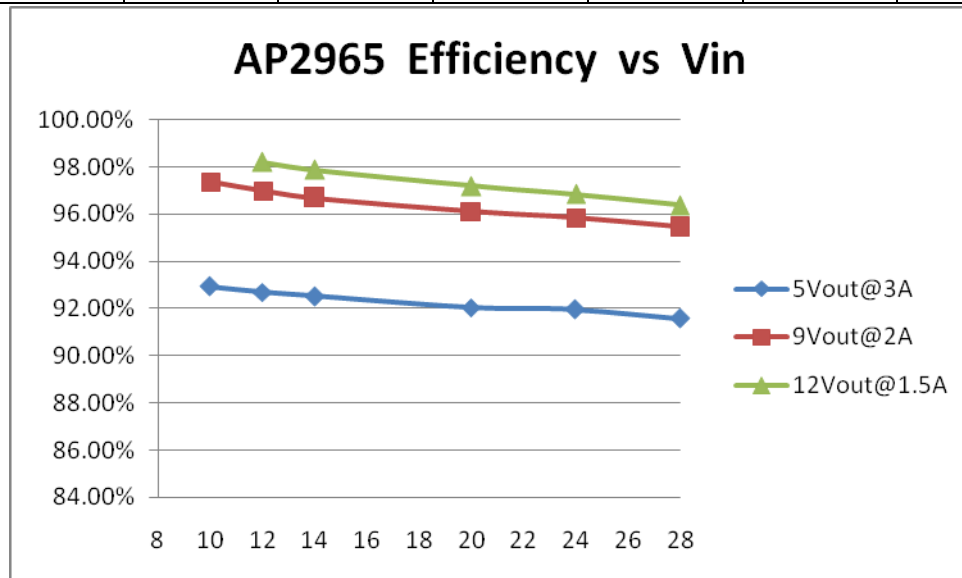
8.3 AP2965 输出电压可以基于等式 2，通过 R1, R2 和 R3 的值来设定。其中 R1 的值通过输出线压降补偿量决定；基于 QC3.0 握手协议 IC 输出电流每步以 2 μA 变化，要求输出电压以 0.2V 每步变化，所以 (R1+R2) = 100kΩ，R2 = 100kΩ - R1，R3 可以基于输出电压和以下等 2 计算出来。

$$V_{OUT} = 1.0 \div \left( \frac{R1 + R2 + R3}{R3} \right) \text{-----等式 2}$$

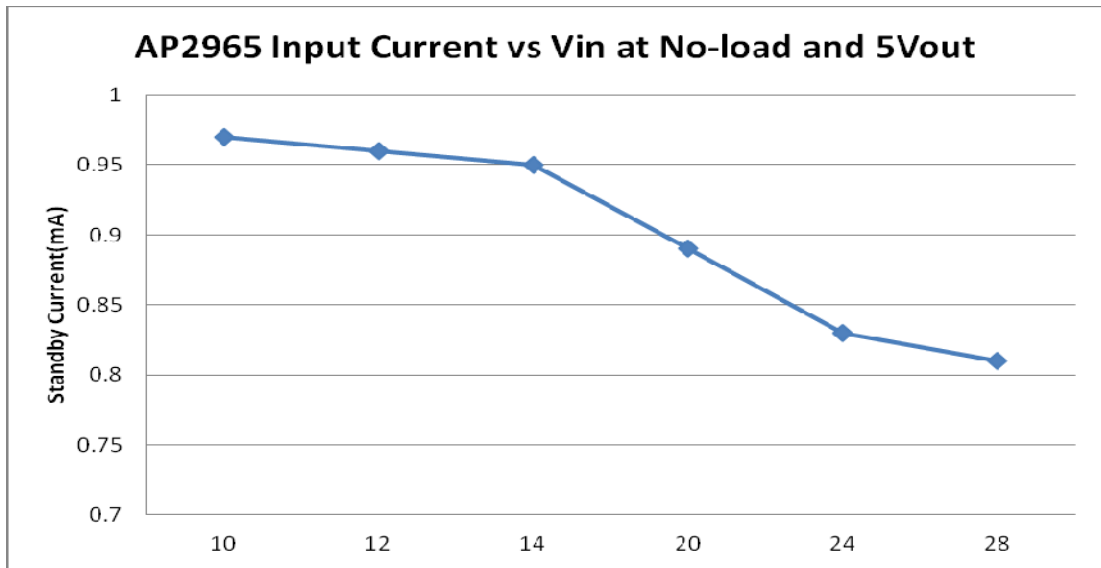
## 9 测试数据

### 9.1 AP2965 在满载条件下的效率

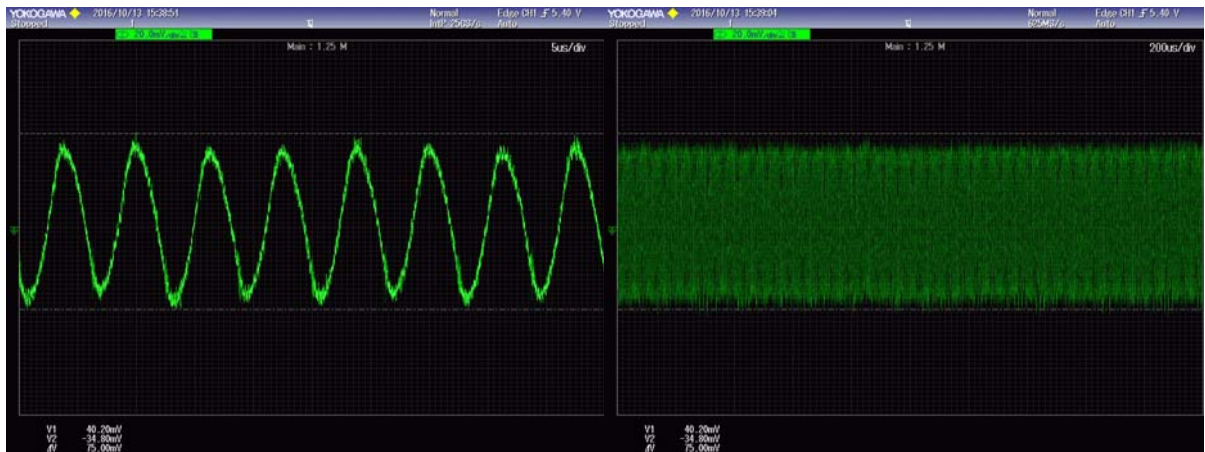
Vin (V)	Iin (A)	Pin (W)	Vo (V)	Io (A)	Po (W)	Ploss (W)	EFF
10.001	1.646	16.462	5.1	3	15.300	1.162	92.94%
12.004	1.375	16.506	5.1	3	15.300	1.206	92.70%
14.003	1.181	16.538	5.1	3	15.300	1.238	92.52%
19.981	0.832	16.624	5.1	3	15.300	1.324	92.03%
23.987	0.695	16.671	5.11	3	15.330	1.341	91.96%
27.995	0.598	16.741	5.11	3	15.330	1.411	91.57%
10.003	1.84	18.406	8.96	2	17.920	0.486	97.36%
12.016	1.536	18.457	8.95	2	17.900	0.557	96.98%
14.006	1.322	18.516	8.95	2	17.900	0.616	96.67%
20.006	0.931	18.626	8.95	2	17.900	0.726	96.10%
24.004	0.778	18.675	8.95	2	17.900	0.775	95.85%
27.99	0.67	18.753	8.95	2	17.900	0.853	95.45%



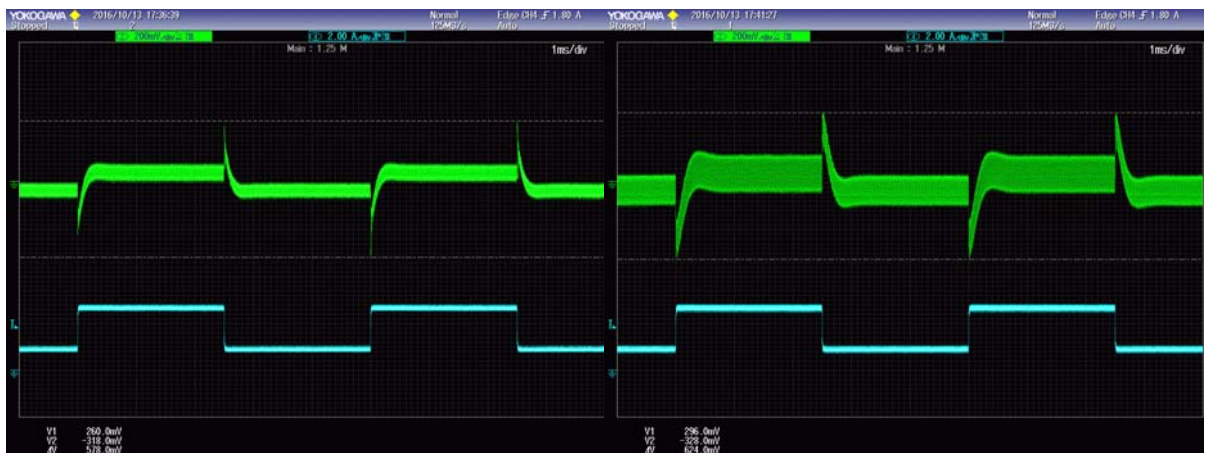
#### 9.2 AP2965 输入待机电流



#### 9.3 Ripple and Noise (12Vin, 5Vout/3.0A)



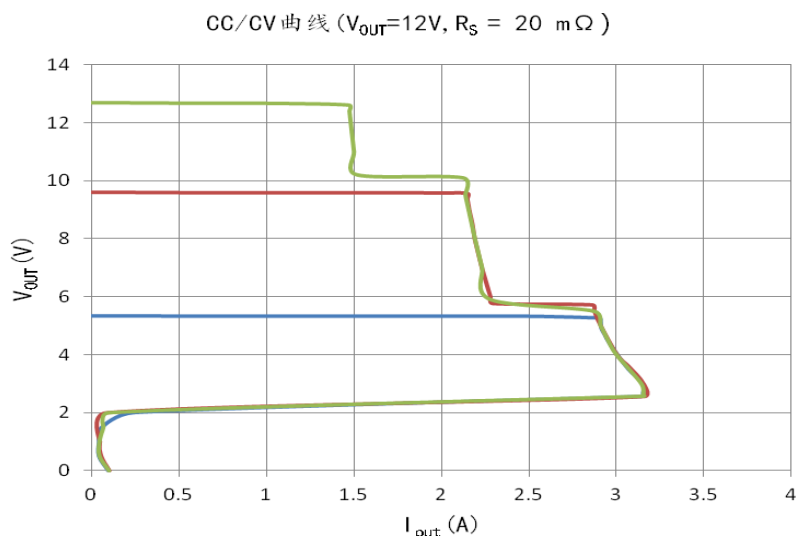
#### 9.4 动态响应



Vin=12V; Vout=5V; Iout=0.876–2.623A;

Vin=24V; Vout=9V; Iout=0.625–1.875A

#### 9.5 7.4 输出 CC 特性



## 10 REVISION HISTORY

### 10.1 文档编号: AN-AP2965-Y17-006

Date	Author	Revision	Description & changes
2016. 12. 03	谭汉生	VER 1.0	Initial Release