

## 36W 输出，集成多种快充输出协议的降压 SOC

支持 PD2.0/PD3.1/PPS ,QC2.0/QC3.0/QC3+,AFC,FCP

### 1 特性

- 符合 **AEC-Q100** 标准要求
  - ◇ Grade 2: -40°C ~ +105°C
- **同步开关降压转换器**
  - ◇ 内置功率 MOS
  - ◇ 输入工作电压范围: 7.3V 到 29.5V
  - ◇ 输出电压范围: 3V~12V
  - ◇ 集成输出电压线补功能
  - ◇ 输出具有 CV/CC 特性
  - ◇ VIN=16V, VOUT=5V 时, 峰值转换效率为 93.27%
- **支持 Type-C 输出接口和 USB PD 协议**
  - ◇ 支持 5V、9V、12V 电压输出
  - ◇ 支持 PD2.0/PD3.1/PPS 输出协议
  - ◇ PPS 支持 3~11V, 20mV/step 电压输出
- **输出快充协议**
  - ◇ 支持 Type-C 口的 PD 输出协议
  - ◇ 支持 BC1.2 和 Apple 协议
  - ◇ 支持 QC2.0, QC3.0, QC3+ 输出快充协议
  - ◇ 支持 AFC 输出快充协议
  - ◇ 支持 FCP 输出快充协议
- **多重保护、高可靠性**
  - ◇ 输入过压、输入欠压、
  - ◇ 输出短路、输出过流保护
  - ◇ 过温保护
  - ◇ DP/DM/CC 过压保护
  - ◇ HBM ESD 2KV

### 2 应用

- 车载 USB Type-C PD 充电器

### 3 简介

IP6520\_Q1 是一款集成同步开关的降压 SOC, 支持多种快充输出协议, 为车载 USB Type-C PD 充电器提供完整的解决方案。

IP6520\_Q1 内置功率 MOS, 输入电压范围是 7.3V 到 29.5V, 输出电压范围是 3V~12V, 能提供最大 36W 的输出功率, 能够根据识别到的快充协议自动调整输出电压和电流, 典型输出电压和电流有: 5V/3A, 9V/3A。

IP6520\_Q1 的输出具有 CV/CC 特性, 当输出电流小于设定值, 进入 CV 模式, 输出电压恒定; 当输出电流大于设定值, 进入 CC 模式, 随着输出电流增大, 输出电压降低。

IP6520\_Q1 具有软启动功能, 可以防止启动时的冲击电流影响输入电源的稳定。

IP6520\_Q1 有多种保护功能, 具有输入过压、欠压保护, 输出过流、欠压、短路保护等功能。

IP6520\_Q1 采用 ESOP8L 封装。

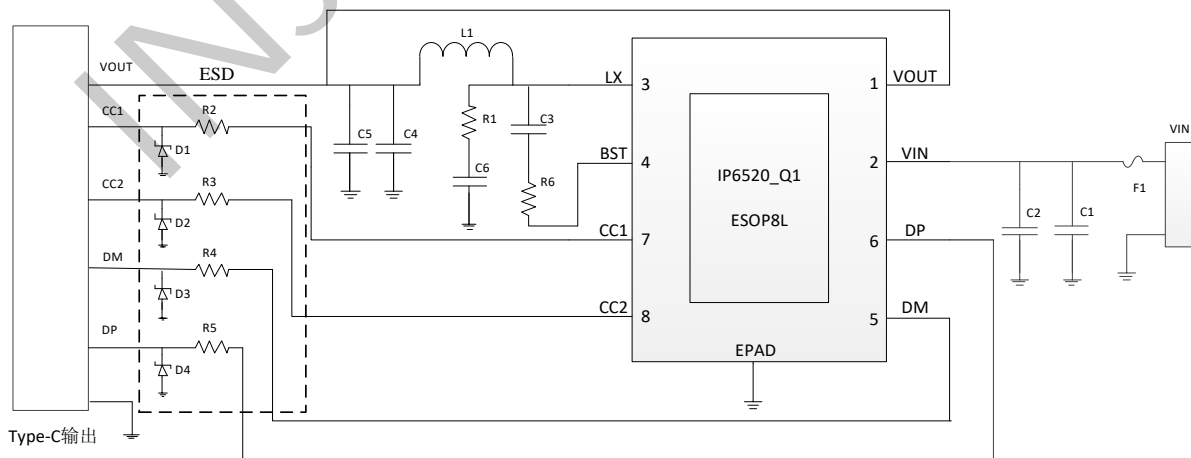


图 1 IP6520\_Q1 输出简化应用原理图

## 目录

1 特性.....	1
2 应用.....	1
3 简介.....	1
4 修改记录.....	3
5 典型应用原理图.....	3
6 引脚定义.....	4
7 IP 系列型号选择表.....	5
7.1 汽车电子 USB Type-C PD 充电型号选择表.....	5
7.2 IP6520_Q1 型号选择表.....	5
8 芯片内部框图.....	6
9 极限参数.....	7
10 推荐工作条件.....	7
11 电气特性.....	8
12 功能描述.....	10
12.1 同步开关降压控制器.....	10
12.2 输出电压线补功能.....	11
12.3 输出 CC /CV 特性.....	11
12.4 保护功能.....	11
12.5 输出快充协议.....	12
12.6 Type-C 接口和 USB PD 协议.....	12
13 应用说明.....	13
13.1 输入电容选择.....	13
13.2 电感选择.....	13
13.3 输出电容选择.....	13
14 应用原理图.....	14
15 BOM 表.....	15
16 封装信息.....	16
17 丝印信息.....	17
18 实物照片.....	17
19 焊接温度.....	18
责任及版权申明.....	19

## 4 修改记录

备注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同。

初版释放 V1.00（2025 年 02 月）

## 5 典型应用原理图

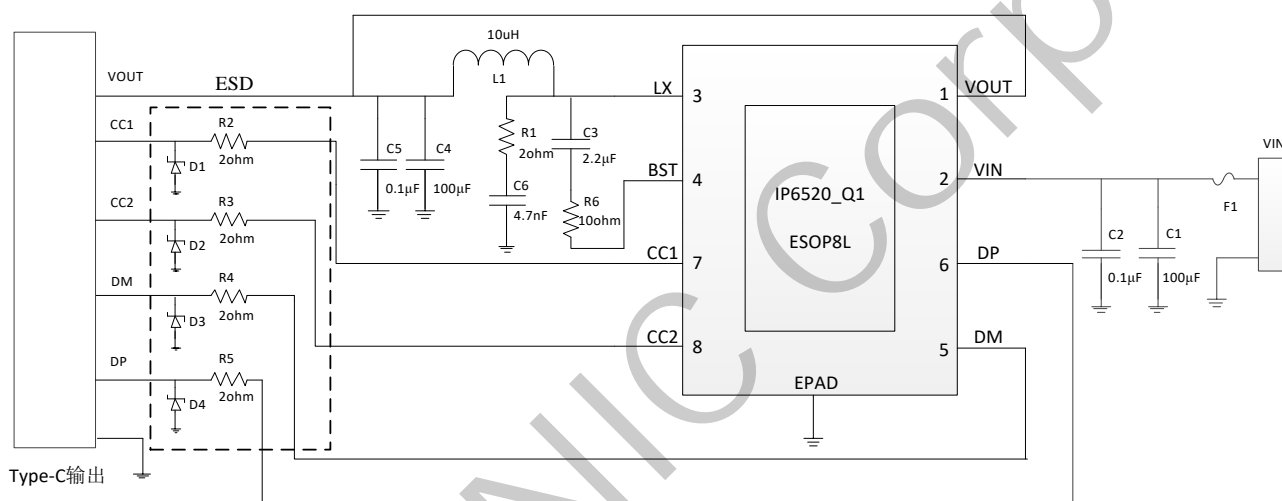


图 2 IP6520\_Q1 输出应用原理图

说明：

- (1) IP6520\_Q1 的 EPAD 必须和 PCB 板 PGND 接触良好；
- (2) C1 和 C2 应该靠近 PIN2 放置；C2 电容如果距离 100 $\mu$ F 电容或电源 VIN 较远，需要适当增大容值；
- (3) C3 是自举电容，需要靠近 IC 的 LX 和 BST 引脚放置；
- (4) C5 应该靠近 PIN1 放置；
- (5) R1 和 C6 组成的 RC 电路靠近 PIN3 放置，RC 电路、IC 的 LX 和 PGND 组成的环路在 PCB 上面积要最小。

## 6 引脚定义

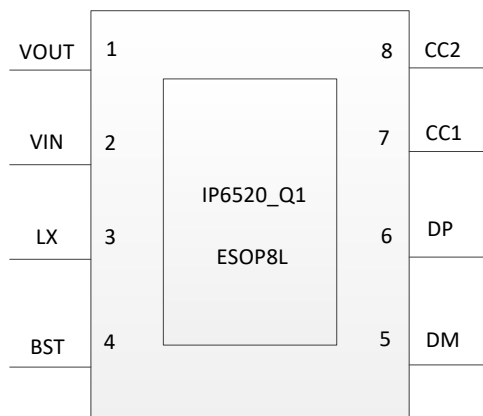


图 3 IP6520\_Q1 引脚图

PIN 脚列表:

引脚		描述
序号	名称	
1	VOUT	输出电压反馈引脚。
2	VIN	输入电压引脚，靠近 IC 需要放置滤波陶瓷电容。
3	LX	功率开关节点，连接外部电感。
4	BST	自举电路引脚，紧靠芯片 BST 引脚和 LX 引脚放置自举电容，为上管栅极驱动提供电压。
5	DM	USB DM 信号引脚，连接 USB 座子的 DM。
6	DP	USB DP 信号引脚，连接 USB 座子的 DP。
7	CC1	Type-C 检测引脚 CC1。
8	CC2	Type-C 检测引脚 CC2。
9(EPAD)	PGND	功率地和散热地。

## 7 IP 系列型号选择表

### 7.1 汽车电子 USB Type-C PD 充电型号选择表

型号名	规格
IP6529_Q1	45W 输出，集成多种快充输出协议的降压 SOC。
IP6591_Q1	支持 IIC/FB 调压的高效同步升降压控制器。
IP2727_Q1	集成多种协议，用于 USB-A 和 TYPE-C 双端口输出的快充协议 IC。

### 7.2 IP6520\_Q1 型号选择表

型号名	规格				
IP6520_Q1	USB Type-C	PDO	5V/3A	9V/3A	-
		QC	5V/3A	9V/2A	-

说明：

1. IP6520\_Q1 最大支持 36W（12V3A）的功率输出。

## 8 芯片内部框图

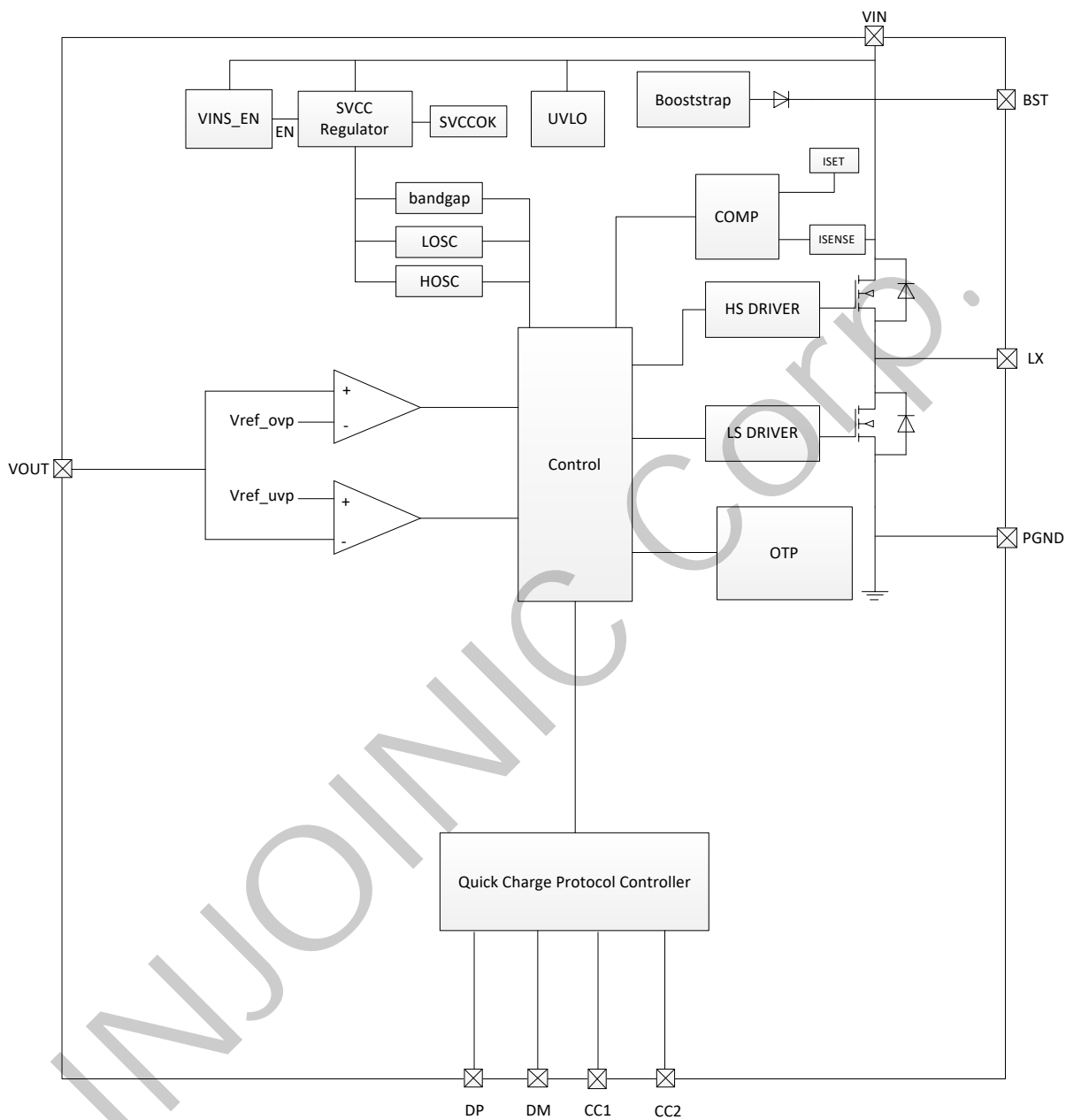


图 4 IP6520\_Q1 内部框图

## 9 极限参数

参数	符号	值	单位
输入电压范围	$V_{IN}$	-0.3 ~ 36	V
LX 电压范围	$V_{LX}$	-0.3 ~ $V_{IN}+0.3$	V
VOUT 电压范围	$V_{VOUT}$	-0.3 ~ 20	V
DM/DP 电压范围	$V_{DM/DP}$	-0.3 ~ 6	V
CC 电压范围	$V_{CC1/CC2}$	-0.3 ~ 15	V
结温范围	$T_J$	-40 ~ 150	°C
存储温度范围	$T_{stg}$	-60 ~ 150	°C
工作环境温度范围	$T_A$	-40 ~ 105	°C
热阻（结温到环境）	$\theta_{JA}$	50	°C/W
人体模型（HBM）	ESD	2	KV

\*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命

## 10 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	$V_{IN}$	7.3	16	29.5	V

\*超出这些工作条件，器件工作特性不能保证。

## 11 电气特性

除特别说明， $T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$ ， $L = 10\mu\text{H}$ ， $V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}$ ，在 IP6520\_Q1 的 demo 上测试。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入系统</b>						
输入电压	$V_{IN}$		7.3	16	29.5	V
输入欠压阈值	$V_{IN-UV}$	上升电压	7.2	7.3	7.4	V
	$V_{IN-UV-TH}$	迟滞电压	-	0.4	-	V
输入过压阈值	$V_{IN-OV}$	上升电压	29	29.5	30	V
	$V_{IN-OV-TH}$	迟滞电压	-	0.2	-	V
输入静态电流	$I_Q$	$V_{IN} = 16\text{V}$	-	1.5	-	mA
<b>功率开关系统</b>						
上管导通电阻	$R_{DS(ON)-HIGH}$		-	30	-	mΩ
下管导通电阻	$R_{DS(ON)-LOW}$		-	20	-	mΩ
开关频率	$F_{SW}$		315	350	385	KHz
<b>输出系统</b>						
输出电压	$V_{OUT}$		3	5	12	V
输出电压纹波	$\Delta V_{OUT}$	$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}/3\text{A}$	75	85	100	mV
		$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 9\text{V}/3\text{A}$	85	90	100	mV
备注：按照 Demo 板参考设计下的测试典型值						
软启动时间	$T_{SS}$	$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}$	-	4	-	ms
输出线补电压	$V_{COMP}$	$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}$ ， $I_{OUT} = 3\text{A}$	-	180	-	mV
输出 CC 模式最大电流 (IP6520_Q1)	$I_{OUT}$	$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}$	-15%	3	+15%	A
		$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 9\text{V}$	-15%	3	+15%	A
输出打嗝重启电压	$V_{OUT}$	输出进入 CC 模式后，输出打嗝重启电压 ( $V_{OUT}$ 设定电压大于等于 5V)	-	4.1	-	V
		输出进入 CC 模式后，输出打嗝重启电压 ( $V_{OUT}$ 设定电压小于 5V)	-	3	-	V
输出打嗝间隔	$T_{HIC}$	$V_{IN} = 16\text{V}$ ，输出短路	-	2	-	s
DPDM 过压保护电压	$V_{OVP\_DP\_DM}$	$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}$	-	4.5	-	V
CC 过压保护电	$V_{OVP\_CC}$	$V_{IN} = 16\text{V}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}$	-	6.0	-	V



压						
热关断温度	$T_{OTP}$	上升温度	-	150	-	°C
热关断温度迟滞	$\Delta T_{OTP}$		-	40	-	°C

INJOINIC Corp.

## 12 功能描述

### 12.1 同步开关降压控制器

IP6520\_Q1 集成一个支持宽输入电压，高效率的同步开关降压转换器，输入电压范围是 7.3V~29.5V，输出电压范围是 3V~12V。

IP6520\_Q1 内置有功率开关管，工作时的开关频率是 350KHz。

在  $V_{IN}=16V$ ， $V_{OUT}=5V$  时，峰值转换效率为 93.27%。

IP6520\_Q1 根据识别到的快充协议，自动调整输出电压和电流。

IP6520\_Q1 具有软启动功能，防止在启动时的冲击电流过大引起故障。 $V_{IN}=16V$ ，5V 空载输出的软启动时间为 4ms。

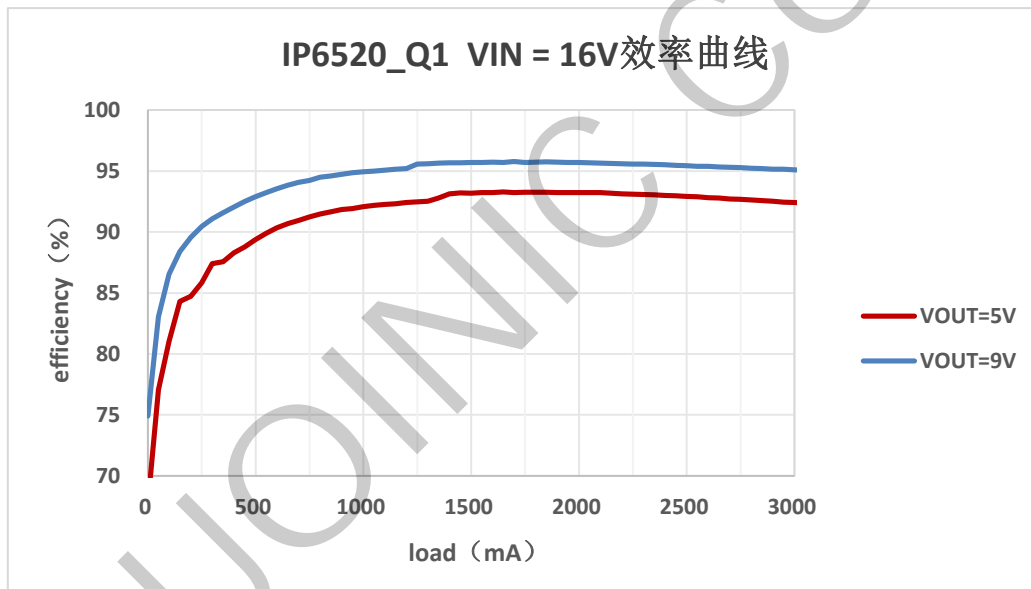


图 5 IP6520\_Q1 输出效率曲线

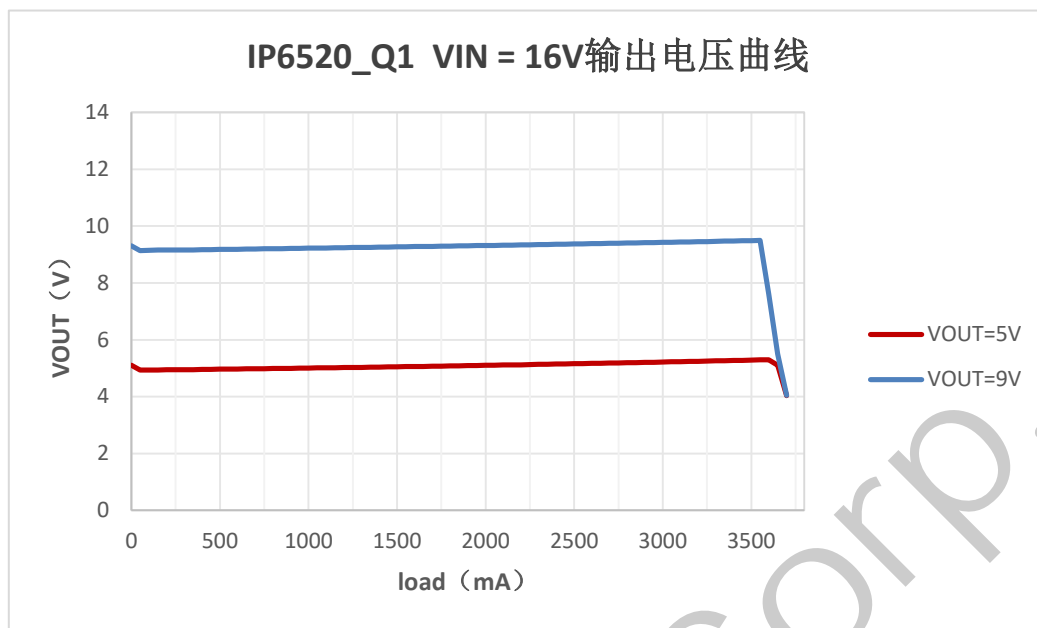


图 6 IP6520\_Q1 输出电压曲线

## 12.2 输出电压线补功能

IP6520\_Q1的输出电压有纹补功能：输出电流每增大1A，输出电压就会提高60mV。

## 12.3 输出 CC /CV 特性

IP6520\_Q1 的输出具有 CV/CC 特性，当输出电流小于设定值，进入 CV 模式，输出电压恒定；当输出电流大于设定值，进入 CC 模式，随着输出电流增大，输出电压会快速降低，直到触发输出电压欠压保护；

当 VOUT 设定电压大于等于 5V 时，当输出电流增加，输出电压低于 4.1V，输出关断，间隔 2s 后打嗝重启；当 VOUT 设定电压小于 5V 时，当输出电流增加，输出电压低于 3V，输出关断，间隔 2s 后打嗝重启。

## 12.4 保护功能

IP6520\_Q1 具有输入欠压保护功能，当 VIN 电压低于 6.9V，IP6520\_Q1 检测到输入欠压，关闭输出。

IP6520\_Q1 具有输入过压保护功能，当 VIN 电压上升超过 29.5V，IP6520\_Q1 检测到输入过压，关闭输出；当 VIN 电压再次下降到 29.3V，IP6520\_Q1 才认为输入正常，打开输出。

IP6520\_Q1 具有输出欠压保护功能，VOUT 设定电压大于等于 5V 时，当 VOUT 输出降低到 4.1V，IP6520\_Q1 检测到输出欠压，关闭输出，过 2s 后打嗝重启；VOUT 设定电压低于 5V 时，当 VOUT 输出降低到 3V，关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6520\_Q1 具有短路保护功能，启动 8ms 后，VOUT 电压如果低于 4.1V，则 IP6520\_Q1 认为输出有短路，关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6520\_Q1 具有 DP/DM/CC 过压保护功能，当 DP/DM 高于 4.5V，或者 CC1/CC2 高于 6.0V，IP6520\_Q1 检测到相关信号 PIN 过压，会关闭输出，过 2s 后打嗝重启。

IP6520\_Q1 具有过温保护功能，当 IP6520\_Q1 检测芯片温度达到 150°C，会关闭输出；当温度下降到 110°C，IP6520\_Q1 才认为温度恢复正常，重新打开输出。

## 12.5 输出快充协议

IP6520\_Q1 支持多种输出快充协议：

- 支持 DCP 协议（苹果和 BC1.2）
- 支持高通 QC2.0、QC3.0 和 QC3+
- 支持华为快充协议 FCP
- 支持三星快充协议 AFC
- 支持 Type-C 输出和 USB PD2.0/PD3.1/PPS 输出协议

## 12.6 Type-C 接口和 USB PD 协议

IP6520\_Q1 支持 Type-C 输出和 USB PD2.0/PD3.1/PPS 输出协议。

IP6520\_Q1 的 USB PD 协议对外输出 27W，广播包：5V/3A、9V/3A。

IP6520\_Q1 支持标准的 Type-C 规范，在 CC 连接成功后，才开启输出。

IP6520\_Q1 的 Type-C 可以通过 DP/DM 和 CC1/CC2 自动识别接入设备支持的快充协议，自动调整输出电压和电流。

## 13 应用说明

### 13.1 输入电容选择

输入电容的 ESR 尽量小，ESR 会影响到系统的转化效率。

输入电容支持的最大纹波电流需大于系统的 VIN 最大纹波电流。输入电容的纹波电流 RMS 值计算方式如下：

$$I_{RMS} = I_{LOAD} * \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} * (1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}})}$$

其中  $I_{LOAD}$  为负载电流， $V_{IN}$  为输入电压， $V_{OUT}$  为输出电压。

### 13.2 电感选择

电感建议使用 10uH 的电感。

电感的 DCR 对系统的转化效率影响很大，建议使用低 DCR 的电感，对于 30W 以上的方案，建议使用 DCR 小于 10mohm 的电感。

电感饱和电流应该大于系统的电感峰值限流值至少 20%，以免电感饱和，引起电感量下降，系统不稳定。

电感峰值电流 ( $I_{L(PEAK)}$ ) 计算公式如下：

$$I_{L(PEAK)} = I_{LOAD} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

其中  $I_{LOAD}$  为负载电流， $\Delta I_L$  为电感电流的峰峰值， $\Delta I_L$  的计算公式如下：

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT} * (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} * L * F_S}$$

其中  $V_{IN}$  为输入电压， $V_{OUT}$  为输出电压，L 为电感量， $F_S$  为开关频率；

### 13.3 输出电容选择

输出电容用于保持输出稳定，其 ESR 和电容值对输出纹波大小有影响，输出纹波电压  $V_{out-ripple}$  的计算方式如下：

$$V_{out-ripple} = \Delta I_L * (R_{ESR} + \frac{1}{8 * F_S * C_{OUT}})$$

其中  $\Delta I_L$  为电感电流的峰峰值， $R_{ESR}$  为输出电容的等效串接电阻值， $F_S$  为开关频率， $C_{OUT}$  为输出电容值。

## 14 应用原理图

IP6520\_Q1 外围只需很少的电感、电容、电阻，即可实现完整功能的车充方案。

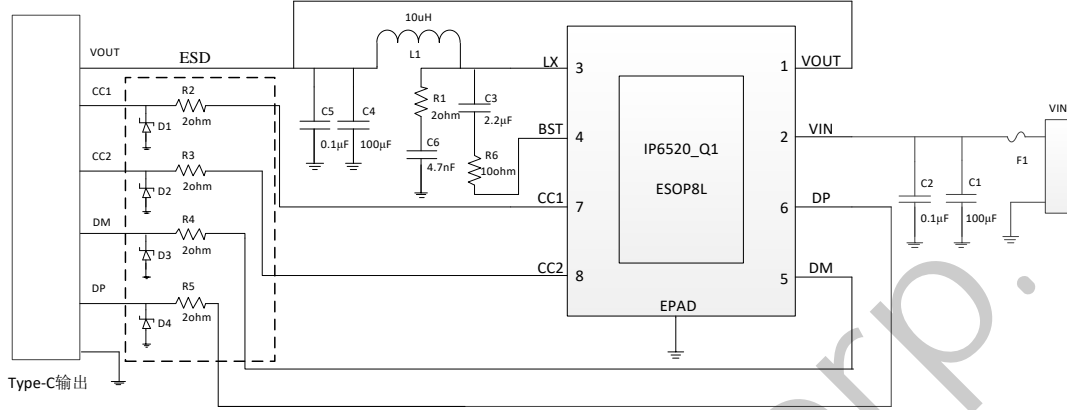


图 7 IP6520\_Q1 Type-C 输出应用原理图

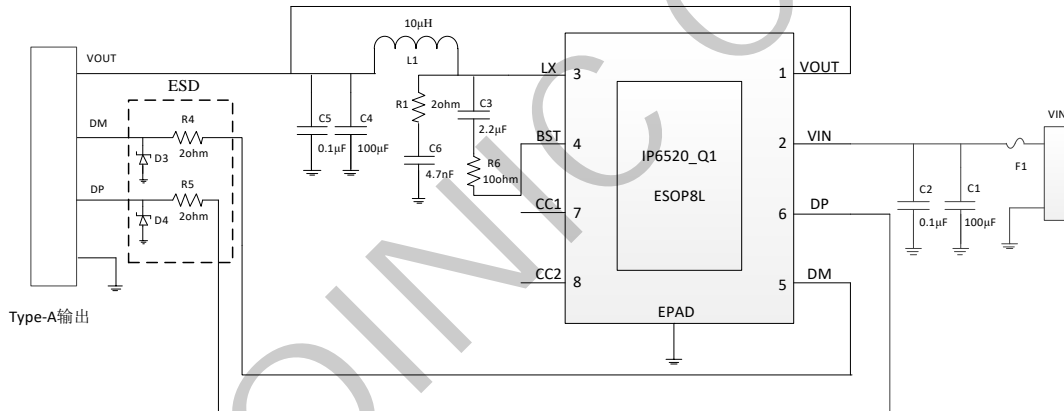


图 8 IP6520\_Q1 Type-A 输出应用原理图

说明：

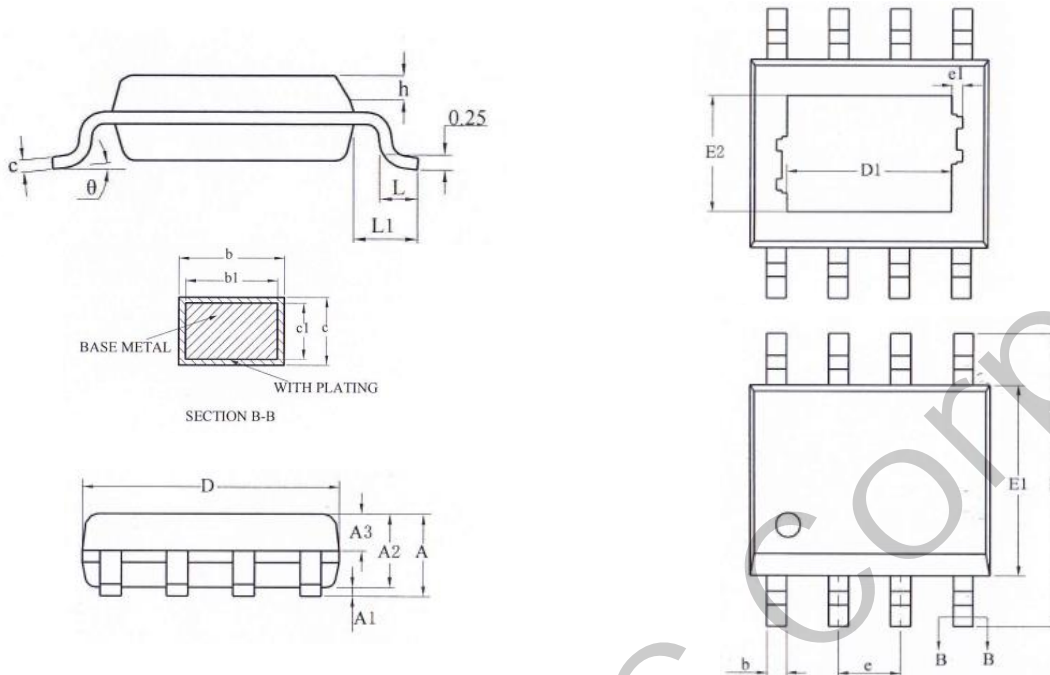
- (1) IP6520\_Q1 的 EPAD 必须和 PCB 板 PGND 接触良好；
- (2) C1 和 C2 应该靠近 PIN2 放置；C2 电容如果距离 100 $\mu$ F 电容或电源 VIN 较远，需要适当增大容值；
- (3) C5 应该靠近 PIN1 放置；
- (4) R1 和 C6 组成的 RC 电路靠近 PIN3 放置，RC 电路、IC 的 LX 和 PGND 组成的环路在 PCB 上面积要最小。

## 15 BOM 表

以上页图 7 的 IP6520\_Q1 DEMO 为例，整理的 BOM 表如下：

序号	元件名称	型号&规格	单位	用量	位置	备注
1	IC	IP6520_Q1	PCS	1	U1	
2	电解电容	100μF/35V	PCS	1	C1	耐压值大于 35V. 使用固态电容可以提高效率.
3	电解电容	100μF/16V	PCS	1	C4	耐压值大于 16V
4	功率电感	10μH+/-20%，电流 4.5A DCR<12mohm	PCS	1	L1	3L Electronic
5	贴片电容	0603 2.2μF 10%	PCS	1	C3	耐压值大于 16V
6	贴片电容	0603 100nF 10%	PCS	1	C2	耐压值大于 35V
7	贴片电容	0603 100nF 10%	PCS	1	C5	耐压值大于 16V
8	贴片电容	0603 4.7nF 10%	PCS	1	C6	
9	贴片电阻	0603 2ohm 5%	PCS	1	R1	
10	贴片电阻	0402 2ohm 5%	PCS	4	R2, R3, R4, R5	
11	贴片电阻	0402 10ohm 5%	PCS	1	R6	
12	TVS	0402	PCS	4	D1, D2, D3, D4	
13	保险丝	F1	PCS	1	F1	电流值 4A

## 16 封装信息




SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	--	--	1.65
A1	0.05	--	0.15
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	--	0.47
b1	0.38	0.41	0.44
c	0.20	--	0.24
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.80	4.90	5.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27BSC		
h	0.25	--	0.50
L	0.50	0.60	0.80
L1	1.05REF		
theta	0	--	8°
D1	--	3.10REF	--
E2	--	2.21REF	--
e1	--	0.10REF	--



## 17 丝印信息

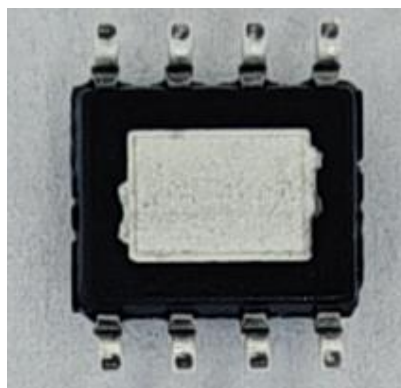


说明:

- 1、 --英集芯标志
- 2、IP6520 --产品型号
- 3、XXXXXXXXXX --生产批号
- 4、● --PIN1脚的位置标识

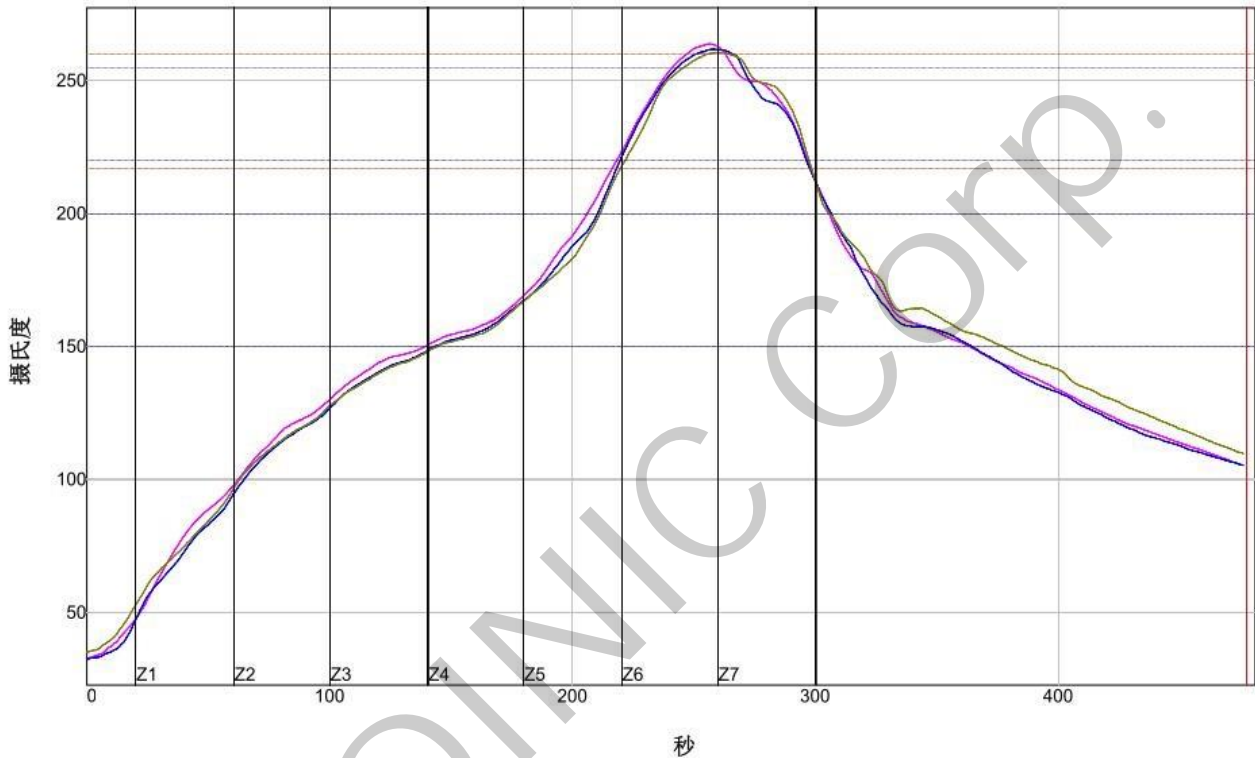
IP6520\_Q1 丝印说明

## 18 实物照片



## 19 焊接温度

温度设置 (摄氏度)							
温区	1	2	3	4	5	6	7
上温区	130	140	160	160	200	230	265
下温区	130	140	160	160	200	230	265
传送带速度 (公分/分):	39.0						



PWI=75%	最高上升斜率	预热150至200C		最高温度	总时间 /217C	斜率1 (217-260C)	预热220至255C-(2)	总时间 /260C-2	距峰值5C区域时间							
VP 1	1.69	-31%	66.21	-59%	263.87	18%	80.99	-70%	1.70	-30%	22.81	-36%	15.90	-30%	18.13	-75%
VP 2	1.99	-1%	66.91	-54%	261.84	-9%	78.97	-73%	1.87	-13%	23.44	-33%	15.74	-31%	23.64	-31%
VP 3	1.83	-17%	66.61	-56%	260.76	-23%	78.19	-74%	1.88	-12%	23.97	-30%	9.37	-66%	23.95	-28%
温差	0.30		0.70		3.11		2.80		0.18		1.16		6.53		5.82	

制程界限:

统计数名称	最低界限	最高界限	单位
锡膏: 260			
最高温度上升斜率 (目标=2.0) (计算斜率的时间距离= 20 秒)	1.0	3.0	度/秒
斜率1 (目标=2.0) 介于 217.0 和 260.0 (计算斜率的时间距离= 10 秒)	1.0	3.0	度/秒
预热时间150-200摄氏度	60	90	秒
预热时间220-255摄氏度-(2)	10	50	秒
最高温度	255	270	度 摄氏度
在217摄氏度以上时间	60	200	秒
在260摄氏度以上时间-(2)	3	40	秒
距峰值5C区域时间	15	40	秒

## 责任及版权申明

深圳英集芯科技股份有限公司有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的销售条款与条件。

深圳英集芯科技股份有限公司对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用英集芯的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

客户认可并同意，尽管任何应用相关信息或支持仍可能由英集芯提供，但他们将自行负责满足与其产品及在其应用中使用英集芯产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意，他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识，可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类关键应用中使用任何英集芯产品而对英集芯及其代理造成的任何损失。

对于英集芯的产品手册或数据表，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。英集芯对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

英集芯会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权。

在转售英集芯产品时，如果对该产品参数的陈述与英集芯标明的参数相比存在差异或虚假成分，则会失去相关英集芯产品的所有明示或暗示授权，且这是不正当的、欺诈性商业行为。英集芯对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。