

## 1 功能描述

- 同步开关降压转换器
  - ◊ 内置功率 MOS
  - ◊ 输入电压范围: 8V 到 32V
  - ◊ 输出电压范围: 3V 到 12V, 根据快充协议自动调整
  - ◊ 输出功率: 最大 24W (4V@3.6A, 5V@3.4A, 9V@2.5A, 12V@2A 等)
  - ◊ 输出电压有线补功能
  - ◊ 输出具有 CV/CC 特性(输出电流小于设定值, 输出 CV 模式; 输出电流大于设定值, 输出 CC 模式)
  - ◊ 转换效率最高达 95%
  - ◊ 软启动功能
- 输出快充
  - ◊ 支持 BC1.2、Apple、三星协议
  - ◊ 支持高通 QC2.0 和 QC3.0
  - ◊ 支持 MTK PE1.1/PE2.0
  - ◊ 支持华为快充协议 FCP
  - ◊ 支持三星快充协议 AFC
  - ◊ 支持展讯快充协议 SFCP
- 多重保护、高可靠性
  - ◊ 输出过流、输入过压、输入欠压、输出短路保护
  - ◊ 整机过温保护
  - ◊ ESD 4KV, 直流耐压 33V

## 2 应用

- 车载充电器
- 快充适配器
- 智能排插

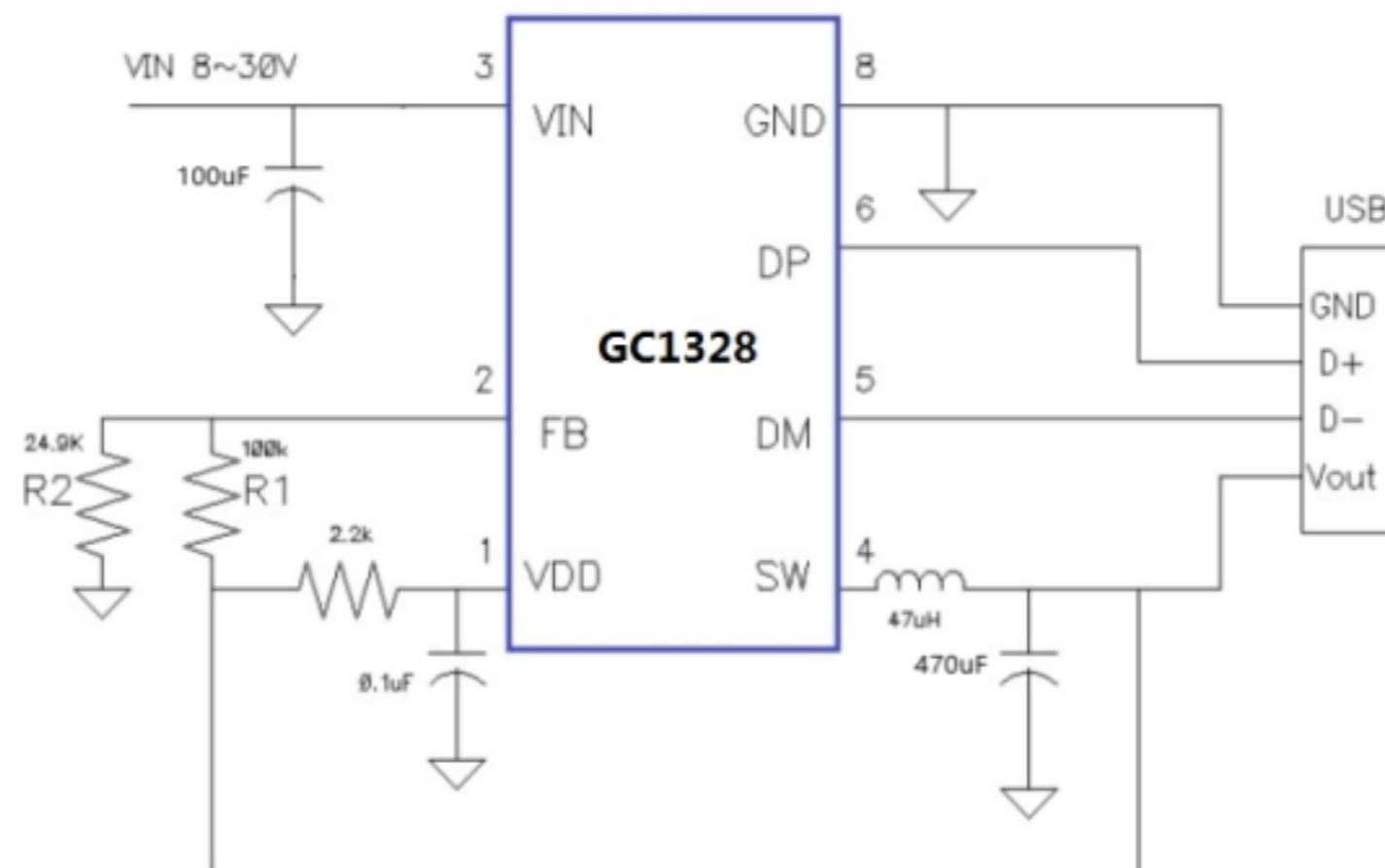


图 1 应用参考原理图

#### 4 引脚定义

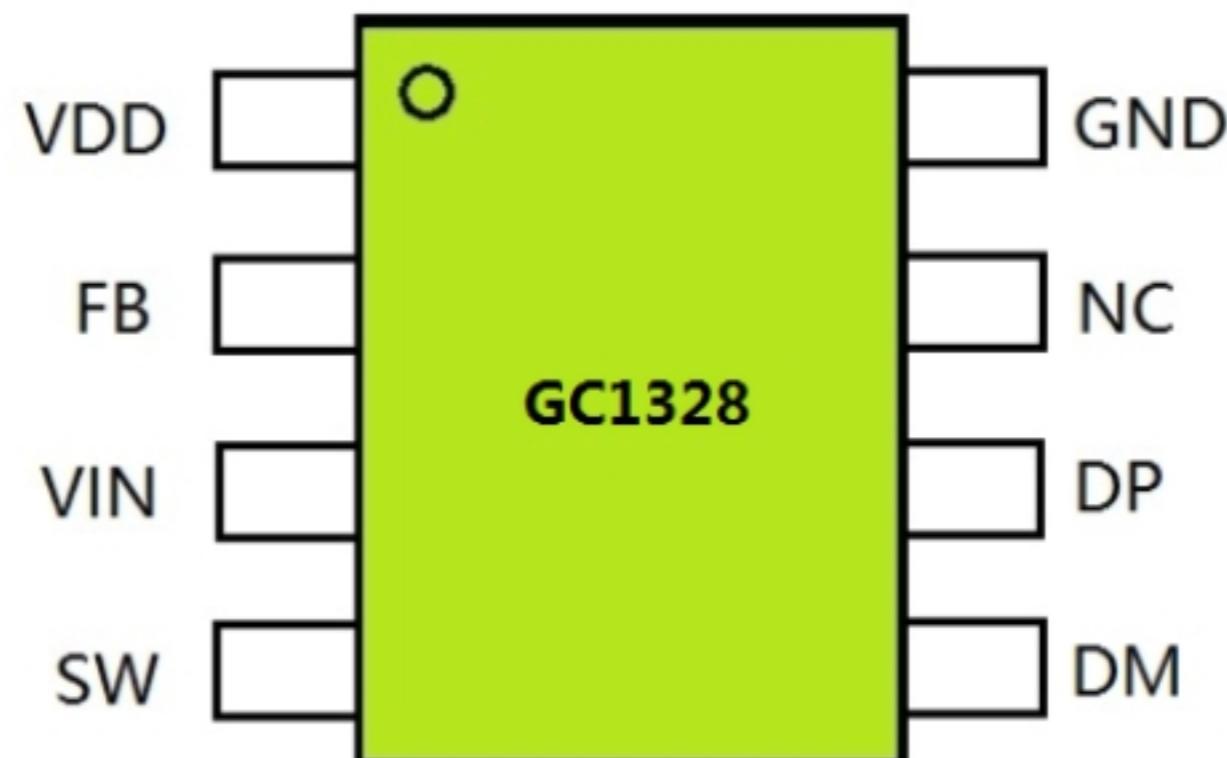


图 2 引脚图

序号	名称	描述
1	VDD	内部电源，接输出端Vout
2	FB	电压反馈脚位
3	VIN	输入电压引脚，靠近 IC 需要放置滤波电容，推荐 22uF
4	SW	DCDC 开关节点，连接电感
5	DM	USB 快充识别信号 D-
6	DP	USB 快充识别信号 D+
7	NC	悬空脚
8	GND	地

## 5 极限参数

参数	符号	值	单位
输入电压范围	$V_{IN}$	-0.3 ~ 36	V
SW电压范围	$V_{SW,FB,EN}$	-0.3 ~ 36	V
DM/DP 电压范围	$V_{DM/DP}$	-0.3 ~ 14	V
VDD,FB 电压范围	$V_{DD}$	-0.3 ~ 7	V
结温范围	$T_J$	-40 ~ 150	°C
存储温度范围	$T_{stg}$	-60 ~ 150	°C
热阻（结温到环境）	$\theta_{JA}$	160	°C/W
模拟静电	ESD	4	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

## 6 电气特性

除特别说明，TA=25°C, VIN=12V, Vout=5V

符号	参数名称	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IN}$	工作电压范围		4		30	V
$I_Q$	静态电流	$V_{IN}=8V$	0.3		0.7	mA
$V_{UVLO\_H}$	开启电压			3.7		V
$V_{UVLO\_L}$	关闭电压			3.1		V
$V_{FB}$	电压基准		0.97	1	1.03	V
$f_{osc}$	振荡器频率			130		kHz
DC	最大占空比				100	%
$I_{cc}$	最大恒定工作电流			3.1		A
$I_{LIM}$	最大峰值电流			5		A
$R_{DSP(ON)}$	上管 PMOSFET 导通电阻			50		mΩ
$R_{DSN(ON)}$	下管 NMOSFET 导通电阻			25		mΩ
$T_{SD}$	过热关断温度			150		°C
$\Delta T_{SD}$	过热关断温度迟滞			30		°C

## 7 应用说明

GC1328 采用固定频率的电流模式架构。输出电压由 FB 管脚的分压电路设定，比较器将电阻分压值与基准电压进行比较，相应地调整电感峰值电流。

正常工作状态下，当振荡器将 R-S 锁存器置位时，上管 PMOS 功率管导通；当电流比较器将 R-S 锁存器复位时，上管 PMOS 功率管截止，下管 NMOS 功率管导通，直到电流翻转比较器触发或下一个周期开始时，下管 NMOS 功率管截止，上管 PMOS 功率管导通，再进行下一周期循环。

### 7.1 过温保护

GC1328 具有过温保护功能。当芯片内部温度达到 150°C 时，保护电路启动，关闭 PWM 输出，使芯片温度下降。过温保护电路可以防止芯片因故障导致的过热损坏。GC1328 若长时间处于热关断模式会降低芯片的可靠性。

### 7.2 电流限制

在上管 PMOS 功率管导通期间，电流限制模块可以检测流过上管 PMOS 功率管的电流。此电流限定值由内部直接设定，如果流过上管 PMOS 功率管的电流超过设定的限流值，则上管 PMOS 功率管截止。最大电流限制值为 5.0A。

### 7.3 振荡器频率

GC1328 振荡器频率由内部直接设定，设定值为 130KHz。

### 7.4 设置输出电压

输出电压可由连接到 FB 管脚的分压电阻来设定，分压电阻精度应 $\leq 1\%$ 。为了提高轻载的效率，可以考虑使用较大电阻值。但如果阻值过大，FB 管脚更容易受到噪声的干扰，导致输出电压的变化量会更加显著。R<sub>2</sub> 电阻范围：10kΩ~1MΩ。R<sub>1</sub> 电阻值由下述公式确定 (V<sub>REF</sub>=1.0V)：

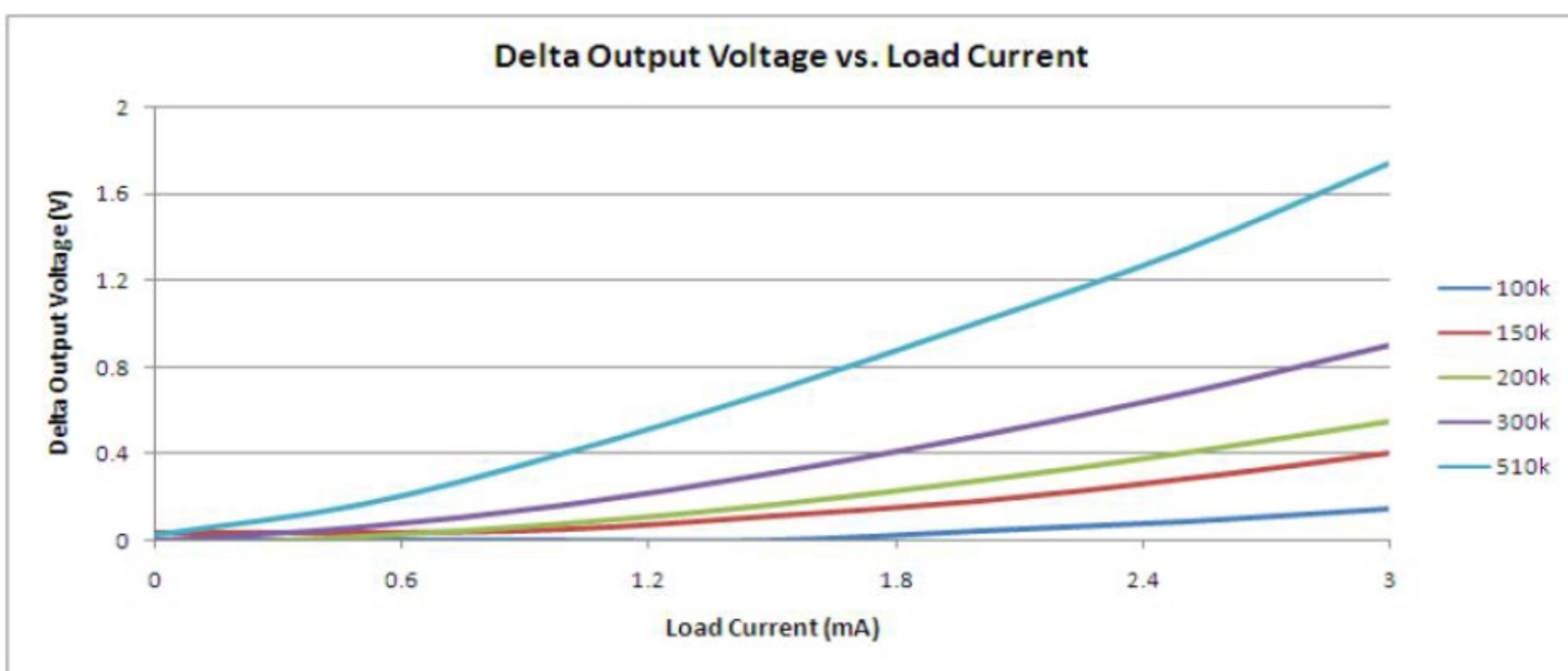
$$R_1 = R_2 \cdot \left( \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

输出电压一般设置为 5V 输出，芯片会根据对接的设备所搭载的协议，自动进行协议握手，选择对应的输出电压。

### 7.5 线缆补偿

为了补偿充电器输出线缆产生的压降，GC1328 集成了一个用户可调节的线缆压降补偿功能，通过对 FB 管脚处的阻抗设定来实现。根据线缆的压降选择适当的反馈电阻值来实现线缆补偿，可适当参考下图曲线。当增大 R<sub>2</sub> 电阻值，输出电压补偿量也会增大：

$$\Delta V_{OUT}(V) = R_2(k\Omega) \cdot \frac{I_{OUT}(A)}{1100}$$



## 7.6 电感选择

在多数应用中，电感值设定在  $4.7\mu\text{H} \sim 47\mu\text{H}$  之间较为合理，电感值应基于期望纹波电流来选定。较大的电感量会使纹波电流变小，较小的电感量使纹波电流变大。如公式所示，较大的  $V_{IN}$  或  $V_{OUT}$  也会增加纹波电流。一个合理的纹波电流应设定为输出电流额定值的  $20\% \sim 40\%$  ( $\Delta I_L = 1.2\text{A} = 40\% \times 3\text{A}$ )

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{f \cdot L} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

电感的直流电流大小应大于等于最大负载电流与纹波电流一半之和以避免磁饱和。因此，一个额定值为  $3.36\text{A}$  的电感对于多数应用条件是足够的 ( $3\text{A} + 1.2\text{A}$ )。为了提高效率，应选择低直流阻抗的电感。

不同的磁芯材料和形状会改变一个电感的尺寸/电流和价格/电流关系。环形或带屏蔽磁芯，使用铁氧体或者坡莫合金材质具有更小的体积和更低的辐射能量，但是通常比同等电气特性的铁粉芯花费更高的价格。电感的选择通常还要考虑价格、尺寸要求和 EMI 需求等因素，而不是优先满足芯片的工作要求。

## 7.7 输出和输入电容选择

在连续工作模式下，主开关管的电流是一个周期性方波（占空比由  $V_{OUT}/V_{IN}$  决定）。为避免过大的电压瞬变，应尽量使用 ESR 较低，尺寸与最大电流有效值相匹配的输入电容。最大电容电流有效值由下式给出：

$$(C_{IN} \text{ 有效值要求}) \quad I_{RMS} \approx I_{OMAX} \cdot \frac{\sqrt{V_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})}}{V_{IN}}$$

这个公式表明，当  $V_{IN}=2V_{OUT}$  时，最大值为  $I_{RMS}=I_{OUT}/2$ 。由于最大的应力与正常应用相比，余量差额较小，所以这种简单的最恶劣条件只用于设计参考。需注意电容制造商提供的电流等级，因其通常是根据  $2000\text{H}$  的寿命来确定的，所以设计时需要减小对电容量的使用或选择一个比需要值更高温度等级的电容。如有任何问题请及时咨询制造商。

$C_{OUT}$  的选择是由有效串联阻抗决定的。通常地，一旦  $C_{OUT}$  的 ESR 需求得到了满足，电流有效值等级会远超  $I_{RIPPLE(P-P)}$  的要求条件。输出纹波  $\Delta V_{OUT}$  由下式确定：

$$\Delta V_{OUT} = \Delta I_L (ESR + \frac{1}{8f \cdot C_{OUT}})$$

其中， $f$ =工作频率， $C_{OUT}$ =输出电容量， $\Delta I_L$ =电感内纹波电流。对一个固定的输出电压，随着输入电压的增加， $\Delta I_L$  也增加，所以输出纹波会在最大输入电压值时达到最高。

铝电解电容和钽电容都是可行的。对于钽电容，电容的电压浪涌测试是至关重要的，可采用 AVX TPS 表面的钽电容系列。这些电容系列通常是为了低 ESR 而设计制造的，所以通常会在定容量下给出最低的 ESR 值。

## 7.8 效率注意事项

开关电源调节器的效率等效于输出功率与输入功率的百分比。通常分析一些个体的损失，对于查明限制效率的原因和发现提高效率的措施是十分有帮助的。效率可以表示为：效率=100%-(L1+L2+L3...)，此时，L1, L2.....每一项是占一定百分比的输入损失。尽管电路中存在很多损耗性的因素， $V_{IN}$  静态电流和  $I^2R$  是两项主要损耗。 $V_{IN}$  静态电流损失决定了极低电流负载时的效率，而  $I^2R$  损失决定了中等和较高负载电流时的效率。在一个典型的效率曲线内，由于实际功率损失不明显，会导致曲线在极低负载电流时出现误导性的错误。

$V_{IN}$  静态电流由两个器件决定：在电气特性里给定的直流偏置电流，内部主开关和同步开关的栅极充电电流。内部功率 MOS 管开关时的栅极电容决定了栅极充电电流。每次栅极从高到低再到高切换时，一些电荷  $\Delta Q$  就会从  $V_{IN}$  移动到地。这就导致  $\Delta Q/\Delta T$  带来的电流通常会大于直流偏置电流。在持续工作模式下，

$$I_{GATECHG} = f \cdot (Q_T + Q_B)$$

其中  $Q_T$  和  $Q_B$  是内部上拉和下拉开关管子的栅极电荷。直流偏置和栅极电荷损失会一定比例地影响输入电压，因此，两者会在较高供电电压时产生更大的影响。

$I^2R$  损失是由内部开关的阻抗计算得来，包括  $R_{SW}$  和外部电感直流电阻  $R_L$ 。在连续工作模式下，平均输出电流在流经电感  $L$  时会被主开关和同步开关“斩开”，因此，从 SW 管脚看进去的串联阻抗是上拉和下拉 MOS 管的  $R_{DS(ON)}$  和占空比的共同作用结果。具体公式为：

$$R_{SW} = R_{DS(ON)TOP} \cdot DC + R_{DS(ON)BOT} \cdot (1 - DC)$$

上拉和下拉 MOS 管的  $R_{DS(ON)}$  的数值可以从典型特性曲线里得出。因此计算  $I^2R$  损失，只需添加  $R_{SW}$  到  $R_L$ ，同时将该结果乘以平均输出电流的平方。

其他损失包括  $C_{IN}$  和  $C_{OUT}$  的 ESR 损失和电感磁损，通常只占总损耗的 2%。

## 7.9 输出快充协议

GC1328 支持多种输出快充协议：

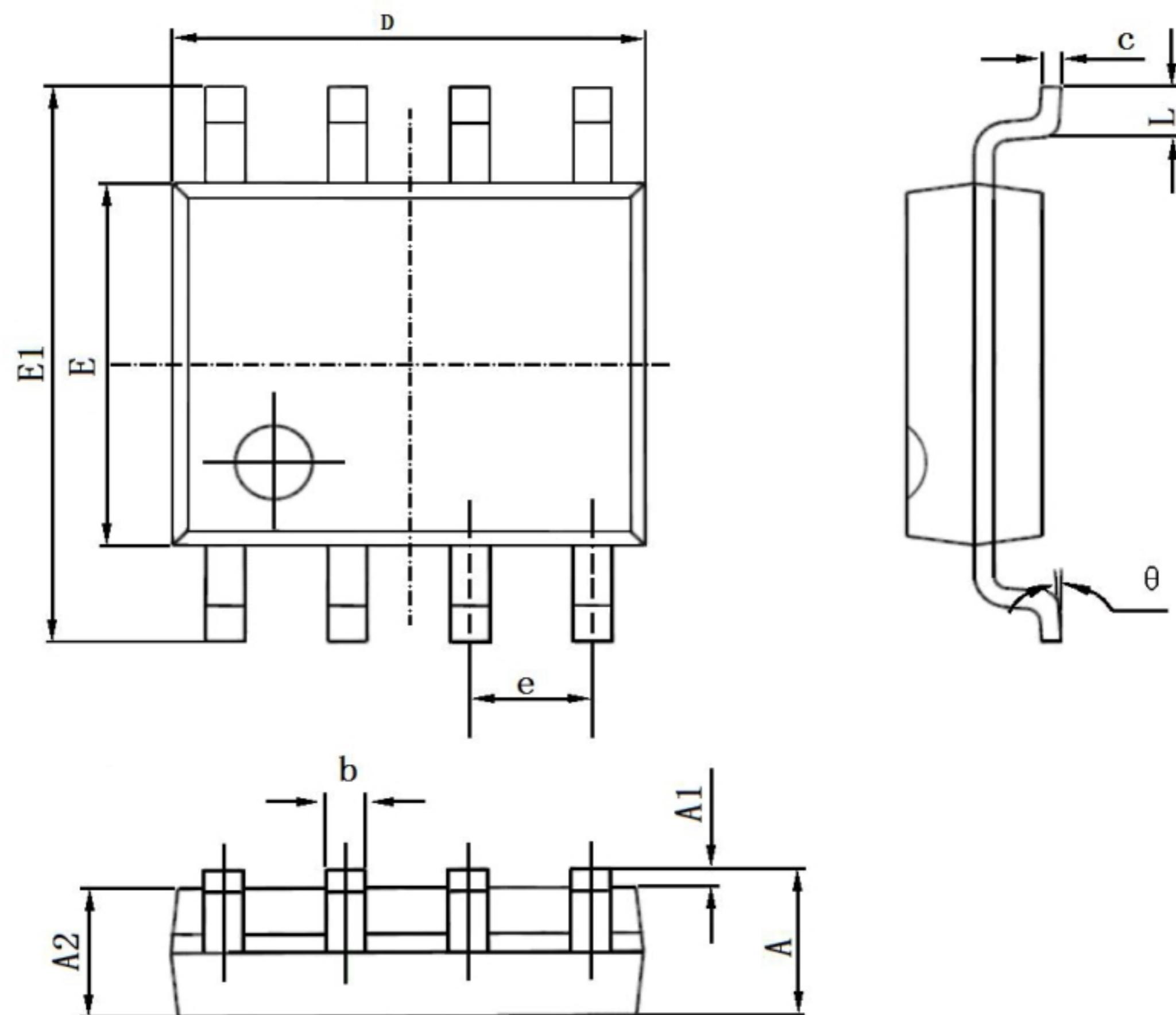
- ◆ 支持 DCP 协议（苹果、三星和 BC1.2）
- ◆ 支持高通 QC2.0 和 QC3.0
- ◆ 支持 MTK PE1.1/PE2.0
- ◆ 支持华为快充协议 FCP
- ◆ 支持三星快充协议 AFC
- ◆ 支持展讯快充协议 SFCP

## 7.10 PCB 布局建议

PCB 布局应遵循如下规则以确保芯片的正常工作。

1. 功率线包括地线，SW 线和 VIN 线应该尽量做到短、直和宽。
2. 输入电容应尽可能靠近芯片管脚（VIN 和 GND）。
3. 功率开关节点通常是高频电压幅值方波，所以应保持较小铺铜面积，且模拟元件应远离功率开关节点区域以防止掺杂电容噪音。
4. FB 管脚外置电阻应尽量靠近芯片，且布线足够宽，输出电压反馈要从输出电容后面的走线引回去。
5. 所有模拟地应连接到同一个节点，然后将该节点连接到输出电容后面的功率地，做到一点接地。
6. SW 脚，GND 脚，VIN 脚周边适当铺铜，焊锡，打孔可以改善散热。

## 8 封装信息 SOP-8



<b>Symbol</b>	<b>Dimensions In Millimeters</b>		<b>Dimensions In Inches</b>	
	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

## 声明

我司确保以上信息准确可靠，同时保留在不发布任何通知的情况下对以上信息进行修改的权利。使用者在将我司的产品整合到任何应用的过程中，应确保不侵犯第三方知识产权；未按以上信息所规定的应用条件和参数进行使用所造成的损失，我司不负任何法律责任。