

概述

BP2509 是一款恒压恒流控制芯片。恒流状态下芯片工作在电感电流临界连续模式，恒压状态下芯片工作在电感电流断续导通模式，适用于 85Vac~265Vac 全范围输入电压的非隔离电源。

BP2509 芯片采用电压电流控制技术，不需要环路补偿电容，即可实现优异的恒压恒流特性，极大的节约了系统成本和体积。

BP2509 芯片集成高压启动和供电电路，采用 PWM/PFM 多模式控制技术，从输出端给 VCC 供电，能有效降低系统待机功耗，提高效率和动态性能，并减小系统工作在轻载时的噪声。

BP2509 具有多重保护功能，包括输出短路保护、CS 开路保护、过温保护等。

BP2509 采用 SOP8 封装。



SOP8 封装

特点

- 集成高压启动和供电电路
- 非隔离系统 Buck 恒压恒流输出
- PWM/PFM、准谐振多模式控制
- $\pm 3\%$ 输出电压精度
- $\pm 5\%$ 输出电流精度
- 内置软启动
- 线电压补偿
- 逐周期限流
- 输出短路保护、CS 开路保护、过温保护

应用

- 非隔离辅助电源
- 电机驱动电源
- LED 驱动电源

典型应用

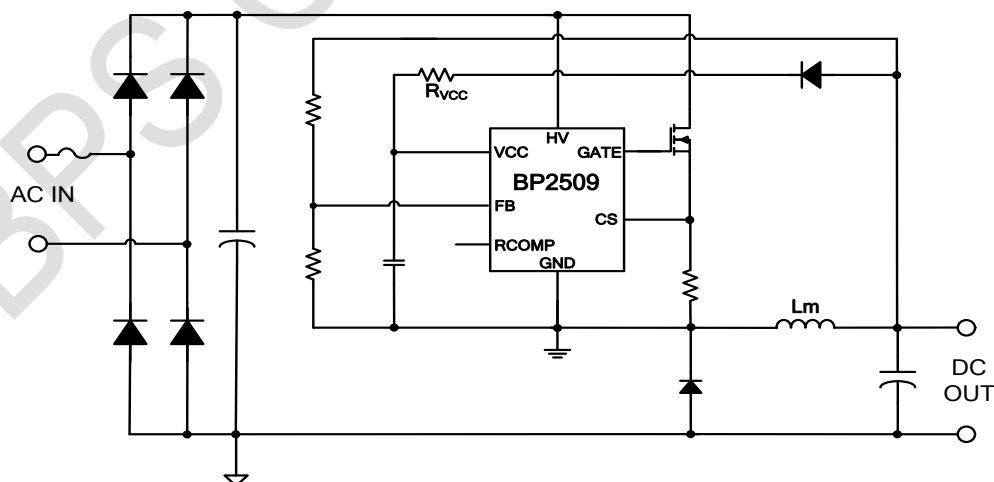
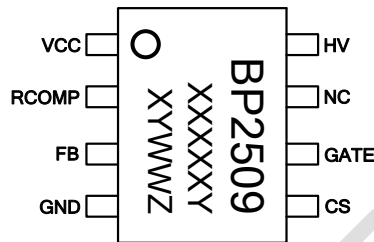


图 1 BP2509 典型应用图

订购信息

订购型号	封装	包装形式	打印
BP2509	SOP8	编带 4,000 颗/盘	BP2509 XXXXXY XYWWZ

管脚封装



BP2509: 产品型号
XXXXXY: 批次
XY: 标识
WW: 周号,
Z: 预留

图 2 管脚封装图

管脚描述

管脚号	管脚名称	描述
1	VCC	芯片电源，必须就近接旁路电容
2	RCOMP	恒压曲线补偿功能
3	FB	反馈电压输入端
4	GND	芯片地
5	CS	电流采样端，采样电阻接在 CS 与 GND 端之间
6	GATE	驱动信号输出脚
7	NC	无连接
8	HV	高压输入端

极限参数(注 1)

符号	参数	参数范围	单位
HV	HV引脚最大电压	-0.3~700	V
V _{CC}	VCC 电压	-0.3~30	V
I _{CC_MAX}	VCC 引脚最大电源电流	30	mA
V _{FB}	反馈端输入端电压	-0.3~6	V
V _{CS}	电流采样端电压	-0.3~6	V
V _{Gate}	GATE 引脚输出电压	-0.3~30	V
V _{comp}	COMP 引脚耐压范围	-0.3~6	V
P _{DMAX}	功耗(注 2)	0.45	W
θ _{JA}	PN 结到环境的热阻 (注 3)	145	°C/W
T _J	工作结温范围	-40~150	°C
T _{STG}	储存温度范围	-40~150	°C

注 1: 最大极限值是指超出该工作范围, 芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内, 器件功能正常, 但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数, 该规范不予保证其精度, 但其典型值合理反映了器件性能。

注 2: 温度升高最大功耗一定会减小, 这也是由 T_{JMAX}, θ_{JA} 和环境温度 T_A 所决定的。最大允许功耗为 P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / θ_{JA} 或是极限范围给出的数字中比较低的那个值。

注 3: 1 平方英寸双层 PCB 板, 按照 JEDEC 标准测试。

电气参数(注 4, 5) (无特别说明情况下, $T_A=25^\circ\text{C}$)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压						
V_{CC_CLAMP}	V_{CC} 钳位电压	$I_{CC_CLAMP}=5\text{mA}$	25	27.4	29	V
V_{CC_ON}	V_{CC} 启动电压	V_{CC} 上升	10.37	12.2	13.57	V
V_{CC_UVLO}	V_{CC} 欠压保护阈值	V_{CC} 下降	6.46	7.4	8.74	V
V_{CC_HYS}	V_{CC} 滞回电压		2.5	4.8	6.5	V
I_{CH}	V_{CC} 启动电流	$V_{CC}=0\text{V}$	1.2	4.5	8	mA
I_{OP}	V_{CC} 工作电流	$V_{FB}=1.95\text{V}, V_{CS}=0$	335	428	540	μA
I_Q	V_{CC} 静态电流		190	215	232	μA
电流采样						
V_{CS_REF}	恒流基准电压		0.591	0.6	0.609	V
V_{CS_OPEN}	CS 开路保护阈值			3.3		V
T_{LEB}	前沿消隐时间			200		ns
FB 反馈						
$V_{FB_EA_REF}$	内部误差放大器基准		1.98	2.02	2.06	V
V_{FB_OVP}	FB 过压保护阈值			3		V
V_{FB_DEM}	FB 过零检测阈值			0.1		V
V_{FB_SHORT}	输出短路保护阈值			0.5		V
F_{OSC_SHORT}	输出短路钳位频率		14.28	20	40	kHz
T_{SAMPLE_MAX}	最大采样时间	$T_{CS_TH}=600\text{mV}$		3.8		μs
T_{SAMPLE_MIN}	最小采样时间			1.8		μs
T_{OFF_MAX}	最大关断时间			1.2		ms
T_{ON_MAX}	最大开通时间		16.8	28.3	43	μs
RCOMP 补偿						
$\Delta V_{FB_EA_REF}$	最大恒压补偿量	$R_{comp}=100\text{k}\Omega$		90		mV
GATE						
V_{GATE_CLAMP}	栅极钳位电压			13		V
I_{SOURCE_MAX}	最大驱动上拉电流			56		mA
I_{SINK_MAX}	最大驱动下拉电流			395		mA
过温保护						
TSD	过热保护温度		150	155	160	$^\circ\text{C}$
TSD_HYS	过温保护迟滞阈值			40		$^\circ\text{C}$

注 4: 典型参数值为 25°C 下测得的参数标准。

注 5: 规格书的最小、最大规范范围由测试保证, 典型值由设计、测试或统计分析保证。

内部结构框图

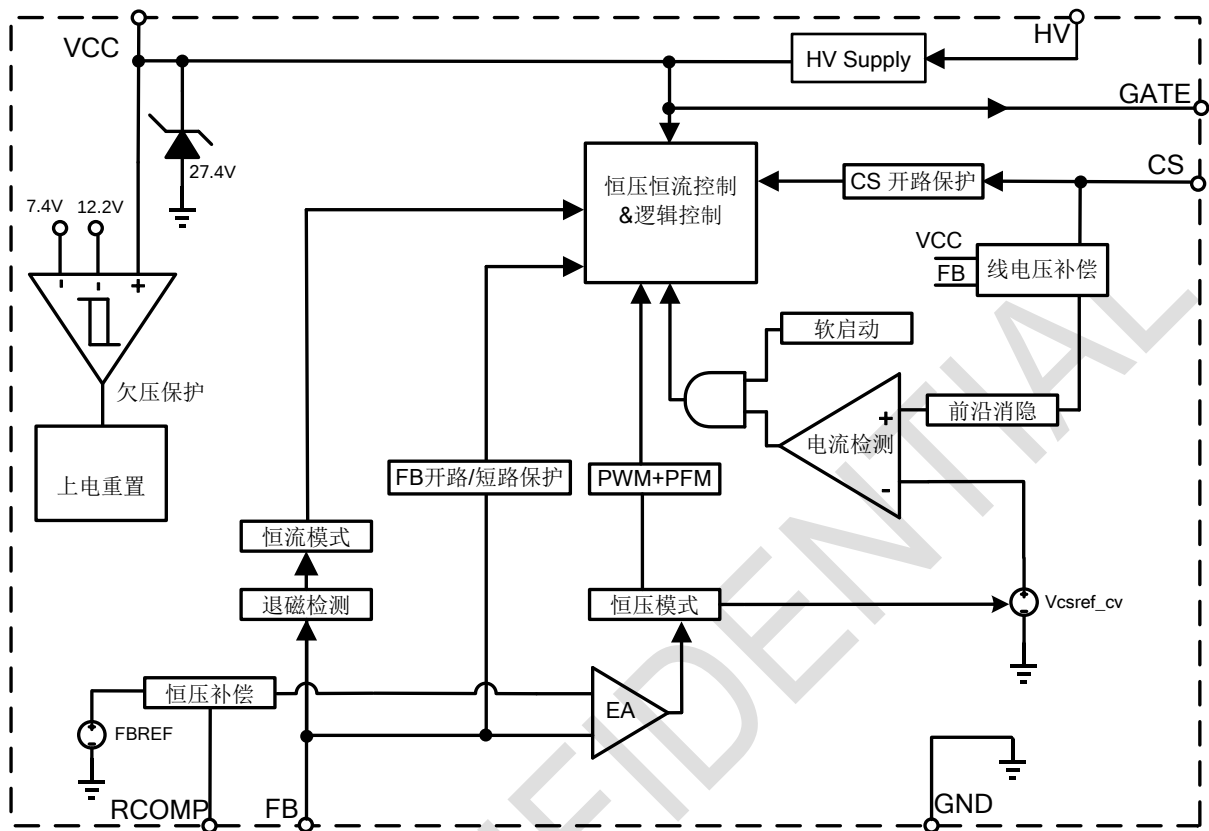


图 3 BP2509 内部框图

应用信息

BP2509 是一款非隔离具有恒压恒流输出特性的控制芯片。恒压状态下系统工作于断续导通模式，恒流状态下系统工作于临界连续导通模式。采用多模式准谐振控制，只需要极少的外围组件就可以达到优异的恒压恒流特性。特别适合于有恒压恒流需求的 LED 驱动器，以及辅助电源。

启动

系统上电后，母线电压通过 BP2509 内部 JFET 对 V_{CC} 电容充电，当 V_{CC} 电压达到芯片开启阈值 V_{CC_ON} 时，芯片内部控制电路开始工作。启动完成后，若输出电压高于 8.7V，由输出端通过二极管以及限流电阻对 V_{CC} 电容供电。若输出电压低于 8.7V，由 JFET 继续供电并将 V_{CC} 电压稳定在 8.7V。当输出电压 V_{OUT} 高于 V_{CC} 钳位电压 V_{CC_CLAMP} 时，推荐限流电阻 R_{VCC} 取值范围如下：

$$\frac{V_{OUT} - V_{CC_CLAMP}}{5mA} < R_{VCC} < \frac{V_{OUT} - V_{CC_CLAMP}}{1mA}$$

软启动

芯片具有软启动功能。在 1ms 软启动过程中，会分段增加峰值电流以减小开关应力，每一次重启都会经历软启动的过程。

恒流控制，输出电流设置

BP2509 逐周期检测 CS 电压并与内部恒流基准电压 (V_{CS_REF}) 进行比较，当 CS 电压达到 V_{CS_REF} 时，功率管关断。BP2509 通过检测 FB 电压过零点来控制 MOSFET 开通，从而使系统处于临界导通模式。

输出电流的表达式为：

$$I_{OUT} = \frac{1}{2} * \frac{V_{CS_REF}}{R_{CS}} (mA)$$

其中 I_{OUT} 是输出恒流值, V_{CS_REF} 是峰值电流检测阈值, R_{CS} 是电流检测电阻值。

满载时电感峰值电流的表达式为:

$$I_{PK} = \frac{V_{CS_REF}}{R_{CS}} (mA)$$

在 MOSFET 开通后的 200ns 内是 CS 比较器的前沿消隐时间, 芯片不检测 CS 电压, 来避免 MOSFET 开通时的电流尖峰干扰。

恒压控制, 输出电压设置

BP2509 通过采样电感两端电压, 经分压电阻分压后与内部控制电路形成闭环, 来控制输出电压。

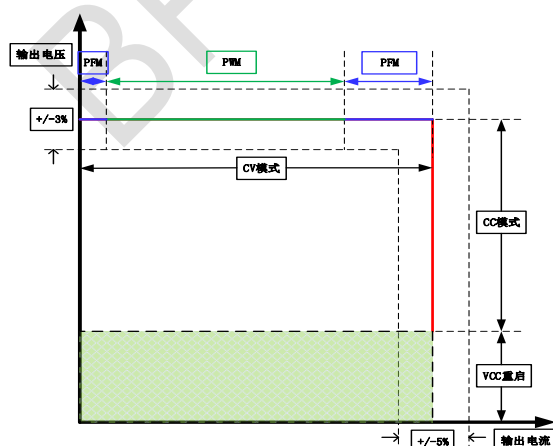
$$V_{OUT} = \frac{V_{FB_EA_REF} * (R_{FBL} + R_{FBH})}{R_{FBL}} - V_f$$

其中, V_{OUT} 是输出电压, $V_{FB_EA_REF}$ 是内部误差放大器基准, V_f 是续流二极管压降, R_{FBL} 是反馈下拉电阻, R_{FBH} 是反馈上拉电阻。

电感退磁开始后, 芯片在 T_{SAMPLE} 时采样输出电压。 T_{SAMPLE} 的值与输出电流大小有关, 以改善负载调整率。输出电流最大时对应最大采样时间 T_{SAMPLE_MAX} , 约 3.8μs, 空载时对应最小采样时间 T_{SAMPLE_MIN} , 约 1.8μs。

PWM/PFM 多模式控制

BP2509 采用 PWM/PFM 多模式控制技术, 能有效降低系统待机功耗, 提高效率, 并减小系统工作在轻载时的噪声。



线电压补偿设置

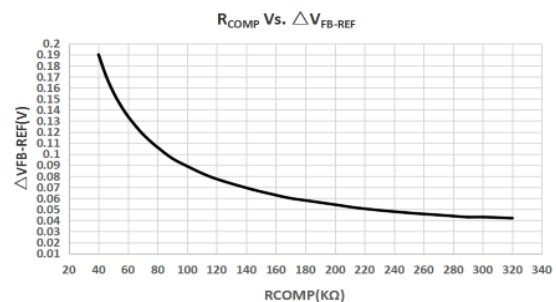
BP2509 在关断 MOSFET 时存在延时(包括 CS 比较器传输延时与驱动关断延时, 约 150ns)。线电压越高, 电感励磁电流斜率越大, 在相同的延时中电流上升值越高, 导致实际最高峰值电流偏大, 恒流值也偏大。BP2509 通过检测母线电压, 向 V_{CS_REF} 引入适当补偿, 提高系统在不同线电压下的恒流精度。

恒压负载调整率补偿

在恒压状态下, 随着负载电流增大, 续流二极管的导通压降升高, 导致输出电压降低。为了改善负载调整率, 需引入负载补偿。BP2509 通过 RCOMP 引脚外接电阻值来调整负载补偿量。RCOMP 阻值越大, 引入的补偿量越小。RCOMP 阻值建议 40kΩ~300kΩ, 若阻值低于 40kΩ 可能引起系统异常, 若阻值大于 300kΩ, 补偿量受阻值影响较小。若 RCOMP 悬空, 引入的补偿量最小, 约 0.02V。常见应用建议 RCOMP 阻值为 100K。

相同 RCOMP 电阻下, 随着输出电流减小, 芯片会自动减少引入的负载补偿量以得到更好的负载调整率(满载时引入的补偿量最大, 空载时引入的补偿量最小)。

RCOMP 阻值与最大负载补偿量 ΔV_{FB-REF} 的关系曲线如下图所示:



过压保护 (OVP)

BP2509 通过检测 FB 电压实现过压保护功能。若 FB 电压连续三个周期大于 V_{FB_OVP} 则触发输出过压保护, 关断功率管 1s 后系统重启。

$$V_{OVP} = \frac{V_{FB_OVP} * (R_{FBL} + R_{FBH})}{R_{FBL}} - V_f$$

其中, V_{OVP} 是输出过压保护点。如果 V_{OVP} 高于 V_{CC_CLAMP} , 在输出电压达到 V_{CC_CLAMP} 时就已经被 V_{CC} 内部 Zener 钳位, 无法触发 OVP。

减小功率环路的面积, 如功率电感、功率管、母线电容的环路面积, 以及功率电感、续流二极管、输出电容的环路面积, 以减小 EMI 辐射。

输出短路保护

BP2509 通过检测 FB 电压实现输出短路保护功能。当输出短路时, FB 检测到的电压低于 V_{FB_SHORT} , 芯片将开关频率限制在 20kHz, FB 电压持续低于 V_{FB_SHORT} 并保持 100ms 后, 系统进入短路保护, 功率管关断 1s 后系统重启。

CS 开路保护

BP2509 通过检测 CS 电压实现 CS 开路保护功能。当芯片检测到 CS 电压高于 V_{CS_OPEN} 且超过 20us, 触发 CS 开路保护并关断功率管, 芯片持续监测 CS 电压, 当 CS 电压低于 $V_{CS_OPEN_HYS}$ 后保护解除, 系统重启。

过温保护

BP2509 内置过温保护功能, 当结温达到 155°C 时触发过温保护, 芯片停止工作并持续监测温度, 当温度下降到 115°C 时芯片重启。

PCB Layout 指南

在设计 BP2509 PCB 时, 需要遵循以下指南:

旁路电容

VCC 的旁路电容需要紧靠芯片 VCC 和 GND 引脚。

FB 引脚

FB 分压电阻必须靠近 FB 引脚, 且节点要远离功率电感的动点。

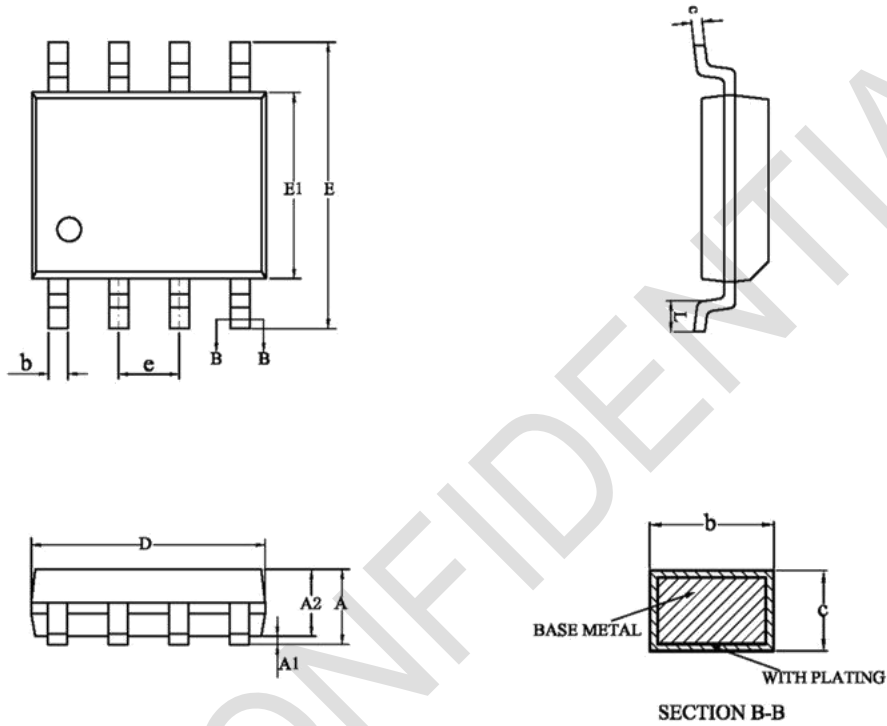
地线

电流采样电阻的功率地线尽可能短, 且要和芯片的地线及其它小信号的地线分头接到母线电容的地端。

功率环路面积

封装信息

SOP8 封装外形尺寸



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	1.30	—	1.80
A1	0.10	—	0.25
A2	1.25	1.40	1.65
b	0.33	—	0.51
c	0.17	—	0.25
D	4.70	4.90	5.10
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
e	1.27BSC		
L	0.40	—	1.00

版本信息

版本	日期	记录
Rev.1.0	2022/6	首次发行
Rev.1.1	2022/7	更新典型应用图
Rev.1.2	2022/11	新增电气参数上下限
Rev.1.3	2022/11	更新 V_{CC} 工作电流范围和测试条件

免责声明

晶丰明源尽力确保本产品规格书内容的准确和可靠，但是保留在没有通知的情况下，修改规格书内容的权利。

本产品规格书未包含任何针对晶丰明源或第三方所有的知识产权的授权。针对本产品规格书所记载的信息，晶丰明源不做任何明示或暗示的保证，包括但不限于对规格书内容的准确性、商业上的适销性、特定目的的适用性或者不侵犯晶丰明源或任何第三人知识产权做任何明示或暗示保证，晶丰明源也不就因本规格书本身及其使用有关的偶然或必然损失承担任何责任。