

微功率开环隔离电源转换器

产品描述

CSV7136 是一款专为构建紧凑型、低待机功耗微功率隔离电源而优化的变压器驱动器，其外围仅需搭配简单的输入输出滤波电容、隔离变压器及整流电路，即可构建输入电压范围宽（5V~30V）、支持多种输出电压、输出功率覆盖1W~10W的高效隔离电源解决方案。

CSV7136内部集成两个N沟道功率MOSFET和两个P沟道功率MOSFET，构成高效的桥式连接结构。芯片内置振荡器产生高精度互补信号，确保两路功率MOSFET驱动的高度对称性，有效防止变压器偏磁。

CSV7136内部集成频率同步功能以及多种保护方式。在CLK输入外部时钟信号，CSV7136输出两路外部时钟二分之一频率的互补驱动信号；内置高对称性死区控制电路，确保在各种工作条件下均能可靠避免功率管共同导通；集成过流检测与过温保护功能，在输出短路等异常工况下提供有效保护，确保系统可靠运行。

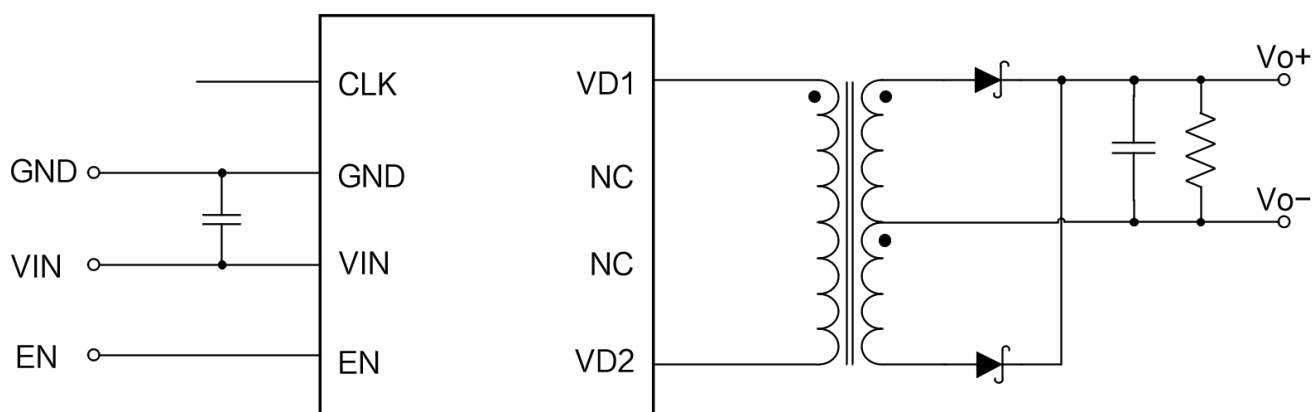
应用领域

- IGBT/SiC栅极驱动电源
- 隔离接口辅助电源
- 精密仪器\医疗仪器
- DCS/PLC辅助电源
- UPS和光伏逆变器
- 分布式电源\无线电电源\电信电源

产品特点

- 全桥拓扑结构
- 可选择开环LLC驱动模式
- 高集成度，外围简单
- 内置30V/0.25Ω NMOS
- 内置30V/0.60Ω PMOS
- 0.9A电流钳位限制
- 5~30V输入电压范围
- 输入冲击电压高达35V
- 频率同步功能、使能关断功能、内置软起动
- 死区时间自适应调整功
- 可持续短路保护、过温保护，自恢复
- ESOP8封装

典型应用

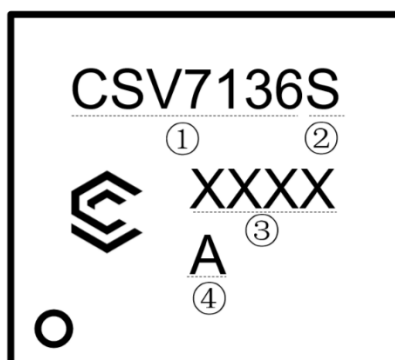


订购信息

产品型号	订货信息	封装类型	包装方式
CSV7136	CSV7136S	ESOP8	编带/料管

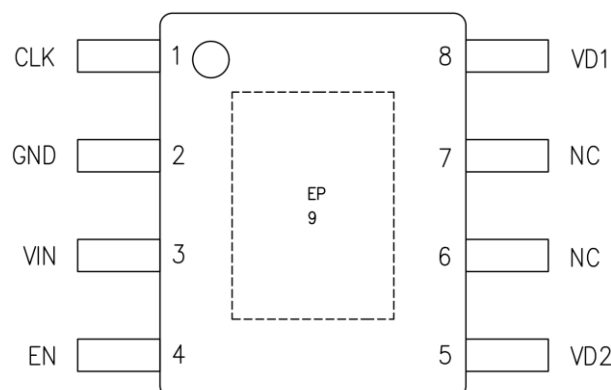
产品标识信息:

- ① 产品型号
- ② 封装形式: “S” 代表ESOP8
- ③ 产品生产批号
- ④ 产品内部控制标志



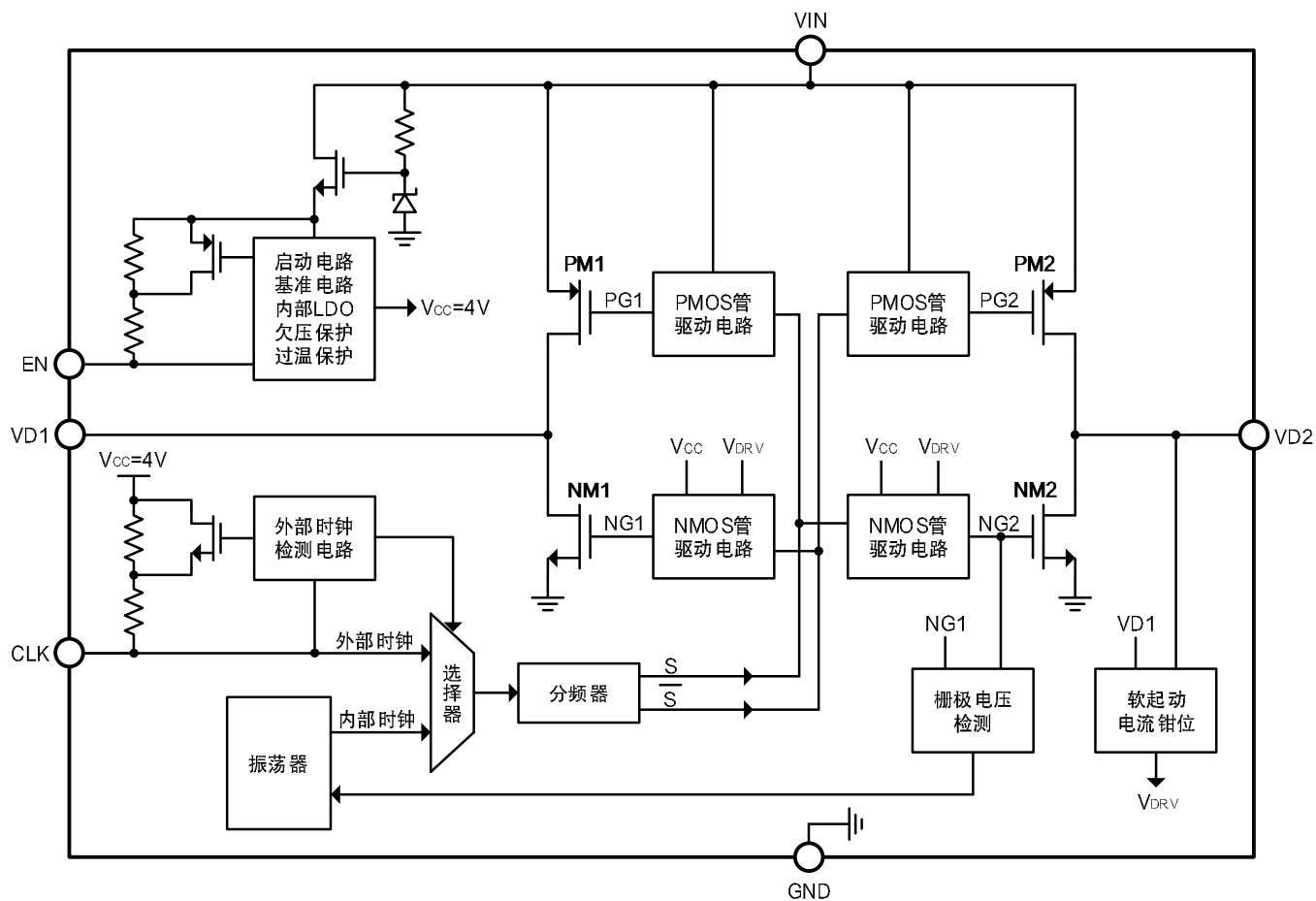
ESOP8标识示意图

管脚定义



序号	名称	功能描述
1	CLK	外部时钟输入引脚和死区时间自适应功能选择引脚。A、CLK 保持高电平（悬空时内部上拉为高电平）时自动选择内部时钟频率 260K，且死区时间 t_{BDM} 是固定的；B、CLK 接 GND 时自动选择内部频率 260K，同时死区时间 t_{BDM} 是自适应模式；C、若输入外部时钟，选择时钟同步功能，经过分频器后产生对称的互补驱动
2	GND	地
3	VIN	电源输入，利用 1 μ F 电容将 VIN 旁路到 GND，电容尽量靠近器件放置
4	EN	使能引脚。引脚电压拉成低电位时芯片停止工作，悬空或高电位时芯片正常运行
5	VD2	变压器驱动输出 2
6, 7	NC	空脚
8	VD1	变压器驱动输出 1
9	EP	裸焊盘，内部连接到 GND，但不作为电气连接点，将 EP 连接至大的接地区域以增强散热

功能框图



极限工作范围⁽¹⁾

VIN 耐压·····-0.3V~35V
VD1/VD2 耐压·····-0.3V~VIN+0.3V
VD1/VD2 峰值电流·····1.6A
EN/CLK 耐压·····-0.3V~6V

结温·····150°C
存储温度范围·····-55°C~150°C
人体模式 ESD 能力·····2KV

(1) 超过极限工作范围可能会对芯片造成永久性损坏。这些只是应力额定值，并不意味着芯片在这些或任何其他条件下的功能超出了推荐运行条件下的规定。长时间工作在极限值下可能会影响芯片的可靠性。

推荐工作条件⁽¹⁾

	最小值	最大值	单位
VIN 电压	5.0	30.0	V
VD1/VD2 电流		0.6	A
工作结温范围	-40	+125	°C

(1) 推荐工作条件是指芯片正常运行的条件。关于准确的规格和测试条件，请参考电气特性。

(2) 结温过高会降低工作寿命。结温大于 125°C 时，工作寿命降低。

电气特性

除非另有说明, $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, CLK 悬空。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入引脚VIN						
V_{IN}	输入电压范围		5	–	30	V
$V_{\text{IN_R}}$	启动电压	EN悬空, V_{IN} 上升	–	4.9	–	V
$V_{\text{IN_H}}$	迟滞电压	EN悬空, V_{IN} 下降	–	0.5	–	V
I_{Q}	VIN静态电流	VD1、VD2、CLK、EN悬空	–	1.8	–	mA
I_{SD}	使能关断后VIN的电流	EN=0	–	19	30	μA
使能引脚EN						
$V_{\text{EN_R}}$	EN使能开启电压	V_{EN} 电压上升	–	2.1	2.5	V
$V_{\text{EN_H}}$	EN使能关断回差	V_{EN} 电压下降	0.7	1	1.3	V
I_{EN}	EN流出的电流大小	V_{EN} 电压上升至 $V_{\text{EN_R}}+0.1\text{V}$	–	13	–	μA
输出端口VD1VD2						
DMM	VD1VD2脉宽失配比例		–	0	–	%
R_{N}	NMOS管导通电阻	$T=25^{\circ}\text{C}$, $I_{\text{DS}}=0.2\text{A}$	–	0.25	–	Ω
		$T=100^{\circ}\text{C}$, $I_{\text{DS}}=0.2\text{A}$	–	0.34	–	Ω
R_{P}	PMOS管导通电阻	$T=25^{\circ}\text{C}$, $I_{\text{DS}}=0.2\text{A}$	–	0.6	–	Ω
		$T=100^{\circ}\text{C}$, $I_{\text{DS}}=0.2\text{A}$	–	0.8	–	Ω
V_{SLEW}	电压摆率	VD1和VD2之间接 240Ω 电阻	–	350	–	$\text{V}/\mu\text{s}$
t_{BBM}	VD1VD2间隔时间	VD1和VD2之间接 240Ω 电阻, CLK悬空	–	180	–	ns
$t_{\text{BBM (MAX)}}$	VD1VD2最大间隔时间	VD1和VD2之间接 $10\text{k}\Omega$ 电阻, CLK接GND	–	500	–	ns
I_{LIM0}	电流钳位限制初始值	VD1和VD2短接, $V_{\text{IN}}=6\text{V}$ 测试 I_{VIN} 的电流大小	–	0.52	–	A
I_{LIM1}	电流钳位限制稳态值		–	0.90	–	A
t_{SS}	I_{LIM0} 上升至 I_{LIM1} 的时间		–	1	–	ms
频率引脚CLK						
f_{SW0}	内置频率	CLK悬空	235	260	285	kHz
$V_{\text{CLK (H)}}$	CLK高电平逻辑电压		–	2.2	2.5	V
$V_{\text{CLK (L)}}$	CLK低电平逻辑电压		0.7	1.2	–	V
$F_{\text{(EXT)}}$	外置同步时钟		50	–	1600	kHz
过温保护						
$T_{\text{SD_R}}$	过温保护阈值		–	160	–	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{SD_H}}$	过温保护迟滞		–	30	–	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{OFFMIN(OTP)}}$	过温保护最小关断时间		–	2^{18}	–	Tsw

功能描述

CSV7136是一款面向全桥拓扑、隔离型DC/DC电源转换开发的变压器驱动器，其桥式驱动结构可以减少变压器绕组数，降低系统成本。芯片支持5V~30V的宽电源输入范围，兼容性强。集成电流钳位功能，通过限制功率管电流保证器件安全运行，同时防止外围器件遭受大电流冲击。

CLK引脚提供三种工作模式：1、引脚接高电位（悬空时内部自动上拉为高电平），默认采用内部频率 f_{SW0} ，固定死区时间配置；2、引脚接低电位，默认采用内部频率 f_{SW0} ，启用死区时间自适应模式，通过检测漏极电压实现零电压开关（ZVS），提升效率并降低EMI；3、引脚接收外部时钟信号，此时输出的工作频率是外部时钟频率的一半。

EN引脚提供芯片的使能控制：EN接高电位（悬空时内部自动上拉为高电平），芯片正常运行；EN接低电位，芯片停止工作，实现超低功耗待机。

➤ 1 工作模式

➤ 1.1 全桥驱动时序

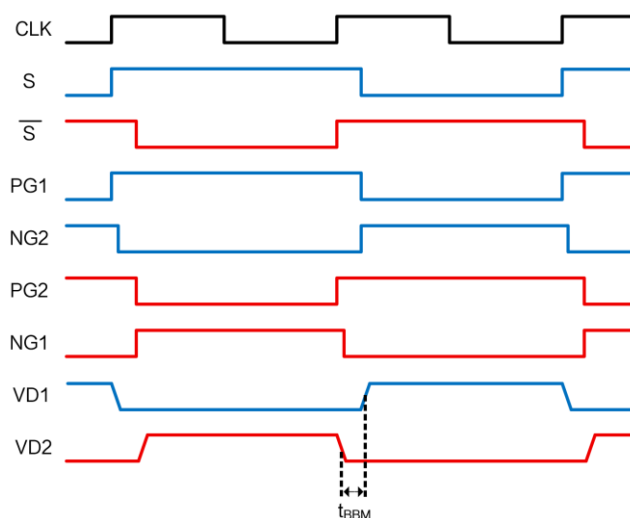


图 1. 驱动时序图

在图 1 所示的驱动时序中，PG1/2 和 NG1/2 分别对应功率管 PM1/2 和 NM1/2 栅极驱动逻辑电平。NG1 和 NG2 具有等脉宽的高电平，在高电平之间插入死区时间 t_{BBM} ，以规避两路功率管共同导通的风险，同时确保功率管在源漏电压较低时开启，降低开关损耗。在关断功率管的过程中检测其栅极电压，待功率管关断后再触发死区时间 t_{BBM} ，以消除驱动延时和温度特性对死区时间的影响，确保全输入电压范围应用中的一致性。

➤ 1.2 电流钳位驱动模式

在芯片启动阶段、输出短路或者变压器磁饱和时，电路会检测到功率管电流过大，此时功率管 NM1 和 NM2 的栅极驱动电压会被降低，电流大小被限制至电流钳位限制值(Current clamp limit) I_{LIM} 。该机制可以确保功率管始终工作在安全区，同时避免变压器和输出整流二极管受到大电流冲击，提高系统的可靠性。

在电路启动阶段， I_{LIM} 从初始值 I_{LIM0} 逐渐增加至 I_{LIM1} ，以减小输入冲击电流； I_{LIM} 随着功率管 VD1、VD2 导通压降的升高而反向降低，以兼顾高输入电压的容性负载能力和低输入电压的过载能力。

➤ 1.3 延时恢复式过温保护模式

当芯片内部温度超过阈值时，电路进入过温保护状态，关闭所有功率管。退出过温保护状态必须同时满足两个条件：1、温度降低至恢复阈值以下；2、强制关断时间已结束。在该保护模式下，芯片退出过温保护时内部温度更接近环境温度，因此获得最多的温度裕量，延长功率管的有效驱动时间，进而提高电路的容性负载能力，避免在较大输出电容下出现过温保护后启动异常的情况。

➤ 1.4 输出短路保护原理

芯片的输出短路保护由电流钳位驱动模式和延时恢复式过温保护模式共同作用来实现。在输出短路时：1、变压器原边绕组 N_P 的压降被钳位降低，输入电源 V_{IN} 的主要压降由 NMOS 功率管承接；2、检测到功率管电流过大，芯片进入电流钳位驱动模式；3、功率管发热致使芯片温度持续上升至触发延时恢复式过温保护模式。降低环境温度或输入电压，可以减小温度上升的速率，增加进入过温保护的时间，使芯片获得更强的容性负载能力。即使在温度较高的环境下，延时恢复式的过温保护模式也使电路容性负载能力达到最优。

➤ 1.5 一般工作模式

在芯片启动阶段，由于需要给输出电容充电，功率管电流较大，电路自动启用电流钳位驱动模式；当输出电压接近额定值时，功率管电流较小，此时增加功率管栅极驱动电压，使其导通电阻最小化。

➤ 1.6 使能关断模式

EN 引脚在悬空时被内部偏置电压源上拉至约 4.3V。当 EN 电压超过开启电压时，芯片正常工作，此时 EN 引脚处等效上拉电阻为 100k Ω ，以提高抗干扰能力。当 EN 电压低于关断电压时，芯片禁止输出，此时 EN 引脚处等效上拉电阻为 350k Ω ，以降低待机功耗。

➤ 1.7 工作频率选择

CSV7136 具有外部时钟同步功能。当 CLK 输入外部时钟信号时，该信号会经过分频器生成互补的驱动信号，此时电路的输出频率为外部时钟的二分之一。CSV7136 存在内置时钟，若在 6 个内部时钟周期内，CLK 持续为高电平或为低电平，则电路自动选择内部时钟作为工作频率。其中，当 CLK 接低电平时，电路会启用死区时间自适应模式，每次检测到 VD1/VD2 电压降低后才开启功率管，以实现零电压开关。若超过最大等待时间 $t_{BMM(MAX)}$ 还未检测到 VD1/VD2 电压降低，电路也会开启功率管。

➤ 2 全桥变换器

➤ 2.1 全桥变换器工作原理

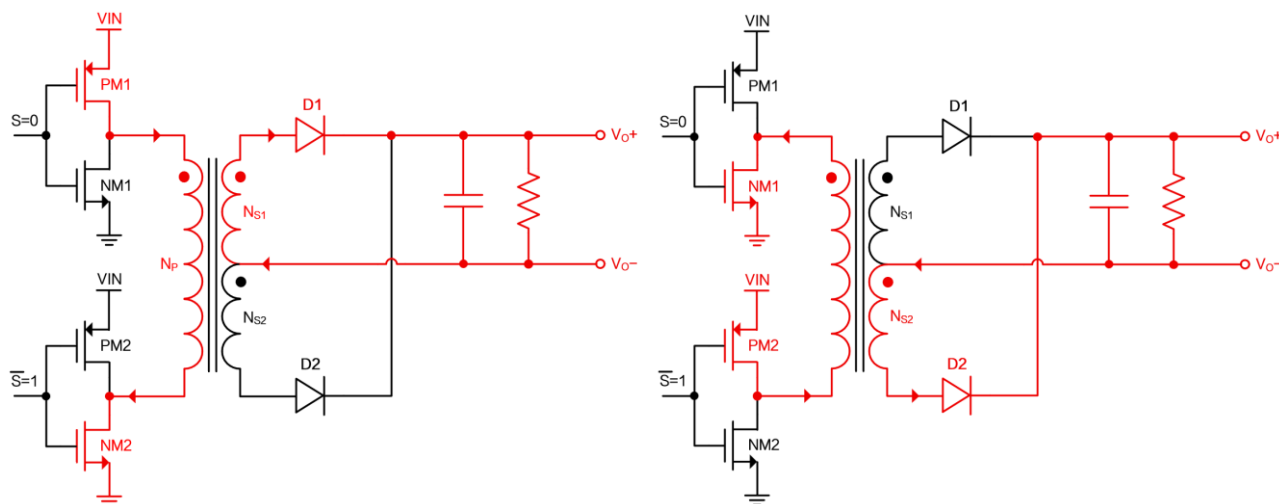


图 2.全桥变换器的工作过程示意图

当 $S=0$ 时，PMOS 功率管 PM1 和 NMOS 功率管 NM2 导通，PMOS 功率管 PM2 和 NMOS 功率管 NM1 截止，此时原边电流路径为：电流从输入电源正端 VIN 经过 PM1 后从变压器原边绕组 N_P 的同名端流入，异名端流出，并经过 NM2 后流到 GND。在变压器副边，电流从绕组 N_{S1} 的异名端流入，同名端流出，再经过正向导通整流二极管 D1 后到达变换器的输出端，此时绕组 N_{S2} 无电流通过，整流二极管 D2 处于截止状态。

当 $S=1$ 时，PMOS 功率管 PM2 和 NMOS 功率管 NM1 导通，PMOS 功率管 PM1 和 NMOS 功率管 NM2 截止，此时原边电流路径为：电流从输入电源正端 VIN 经过 PM2 后从变压器原边绕组 N_P 的异名端流入，同名端流出，并经过 NM1 后流到 GND。在变压器副边，电流从绕组 N_{S2} 的同名端流入，异名端流出，再经过正向导通整流二极管 D2 后到达变换器的输出端，此时绕组 N_{S1} 无电流通过，整流二极管 D1 处于截止状态。

全桥变换器以接近 100% 的占空比工作向副边传输能量，因此具备很高的转换效率，同时也具有良好的动态特性。经整流后，理论上只需要很小的输出滤波电容，即可有效抑制输出电压纹波。但是，为了避免全桥变换器原边功率管共同导通并优化开关损耗，控制器会设定一定的死区时间来保证工作过程的可靠性，在死区时间内，全桥变压器不能向负载传输能量，此时能量由输出电容提供，因此会产生一定幅值的输出电压纹波。

➤ 2.2 磁芯磁化

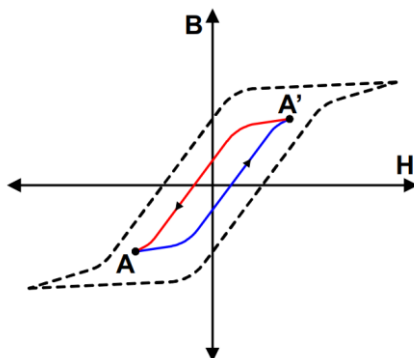


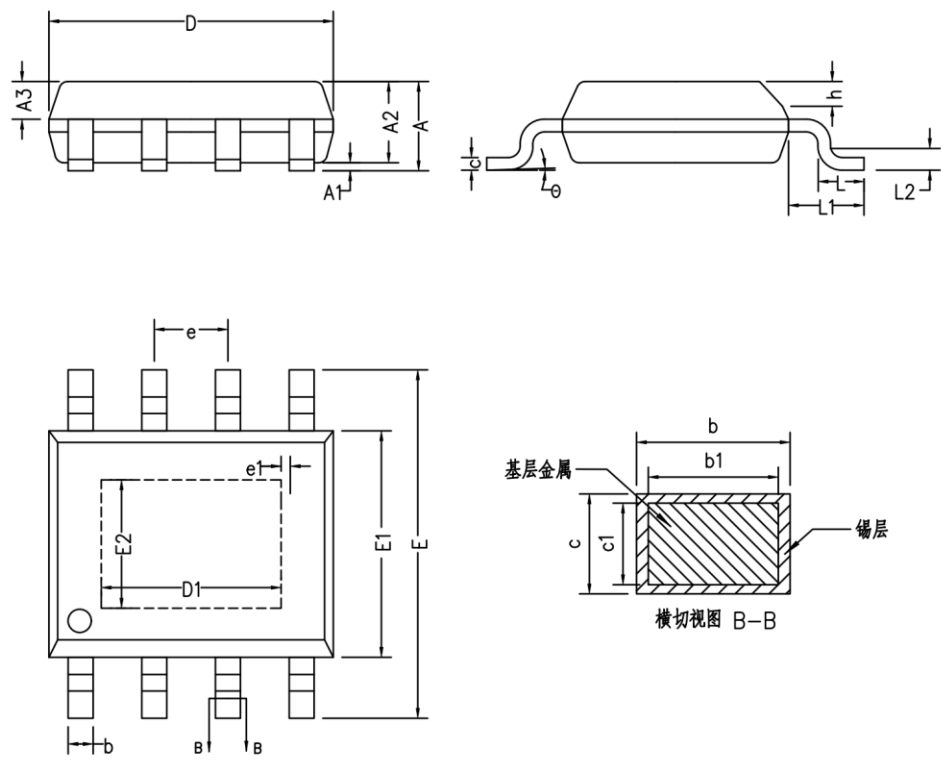
图 3.全桥变压器磁芯磁化曲线

全桥变压器的稳定运行需遵循“伏秒平衡”准则，即变压器励磁阶段与去磁阶段产生的伏秒积必须相等。伏秒积定义为原边绕组电压幅值 V_p 与功率管导通时间 T_{on} 的乘积，即 $V_p \cdot T_{on}$ ，其物理本质表征磁芯中磁通密度 B 的变化量。如图 3 磁化曲线所示， B 表征磁通密度， H 代表磁场强度。当 PM1 与 NM2 导通时，变压器进入励磁阶段，磁通密度沿 A 至 A' 轨迹递增，关断时刻达到正向峰值；当 PM2 与 NM1 导通时，变压器进入去磁阶段，磁通密度沿 A' 至 A 路径递减，关断时降至负向峰值。

若励磁过程与去磁过程的伏秒积不相等，将引发偏磁现象。随着变换器的持续工作，偏磁能量的累积会导致磁芯的磁通密度向偏磁方向逐渐偏移，当偏移量超出磁性元件的饱和磁密范围时，磁芯就会进入饱和状态进而无法正常工作。

封装外形图

ESOP8



符号	单位(毫米)		
	最小值	常规值	最大值
A	—	—	1.60
A1	0.00	0.05	0.10
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.50	0.60	0.70
D	4.80	4.90	5.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
h	0.30	0.40	0.50
L	0.40	0.60	0.80
L1	参考值1.05		
L2	参考值0.25		
θ	0°	—	8°
b	0.35	0.40	0.45
b1	0.38	0.41	0.44
c	0.17	—	0.25
c1	0.17	0.20	0.22
e	理论值1.27		

L/F载体尺寸 (MIL)	D1	E2
90*90	2.15	2.15
95*130	3.17	2.28

重要声明

苏州锓威特半导体股份有限公司保留更改规格的权利。苏州锓威特半导体股份有限公司对任何将其产品用于特殊目的的行为不承担任何责任，苏州锓威特半导体股份有限公司没有为用于特定目的产品提供使用和应用支持的义务。苏州锓威特半导体股份有限公司不会转让其专利许可以及任何其他的相关许可权利。