

### 主要特点

- 恒压和恒流控制
- 全电压输出恒流/恒压精度可达  $\pm 5\%$
- $\pm 1\%$ 的内部基准电压源
- 内置亚微米高压 BiCMOS 工艺的高压 MOSFET
- 原边控制模式，无需 TL431 和光耦
- 工作于不连续模式下的反激拓扑
- 具有软启动功能
- 频率抖动可分散谐波干扰能量，解决 EMI 问题
- 恒流和输出功率可调
- 内置次级电压采样控制器
- 可调式线损补偿
- 欠压锁定
- 逐周期电流限制
- 峰值电流限制
- 过温保护
- 过压保护和电源箝位
- 内置前沿消隐(LEB)，防止内部保护模块误触发导致芯片关断
- 5000V HBM ESD 能力（人体放电模式）
- DIP8、SOP8 环保封装

### 应用范围

低功率 AC/DC 离线式开关电源用于

- 手机/无绳电话充电器
- 数码相机充电器
- 小功率电源适配器
- 电脑、电视辅助电源
- 线性电源替代

KCD2535/6/8 采用 DIP8/SOP8 封装

### 概述概述

KCD2535/6/8 是一款基于原边控制模式、 $\pm 5\%$ 精度的 PWM 功率开关，无需 TL431 和光耦，可应用于小功率 AC/DC 电源适配器、LED 照明电源和充电器。芯片内置了恒流/恒压两种控制方式，其典型的控制曲线如图 1 所示。

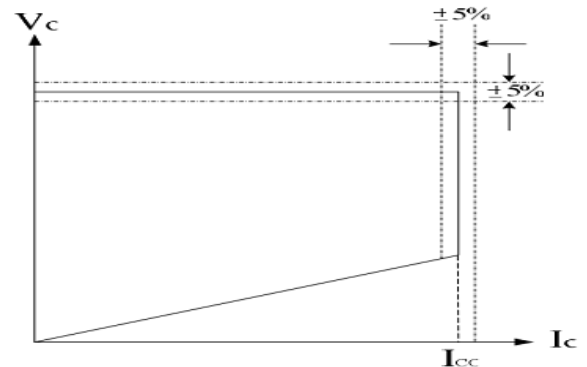
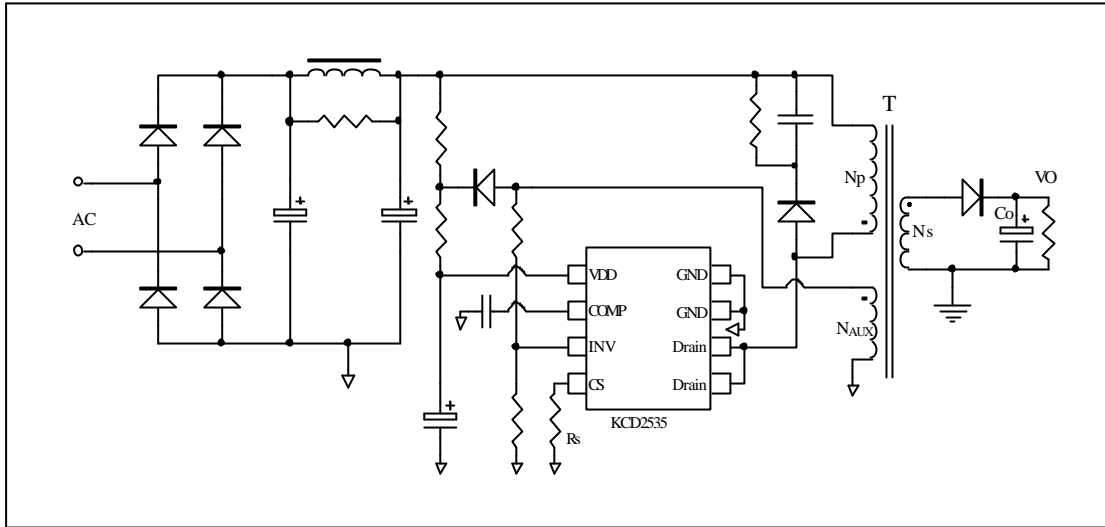


图 1 典型的恒流/恒压曲线

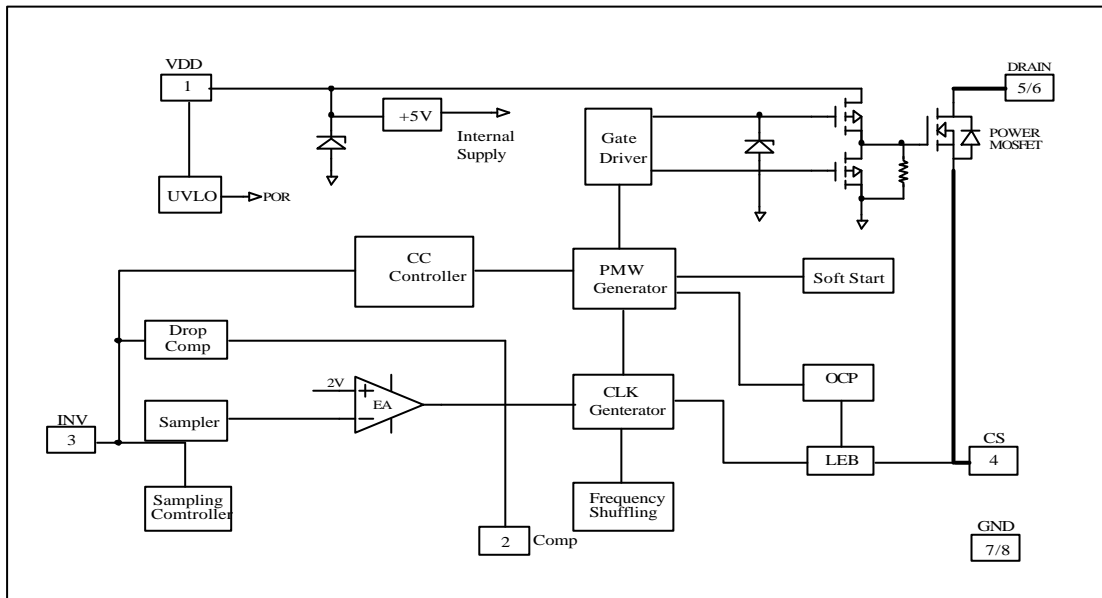
在恒流控制时，恒流值和输出功率可以通过 CS 引脚的限流电阻  $R_S$  设定；在恒压控制时，芯片在 INV 脚采样辅助绕组的电压，进而调整输出。在恒压控制时还采用了多种模式的控制方式，既保证了芯片的高性能和高精度，又保证了高转换效率。此外，通过内置的线损补偿电路保证了输出电压的高精度。

KCD2535/6/8 具有软启动功能，并具有一系列完善的保护措施，包括逐周期电流限制、峰值电流限制、过温保护、过压保护、电源箝位和欠压锁定功能。此外，芯片内部设置的频率抖动功能保证了芯片在工作时具有良好的 EMI 性能。

外部应用框图

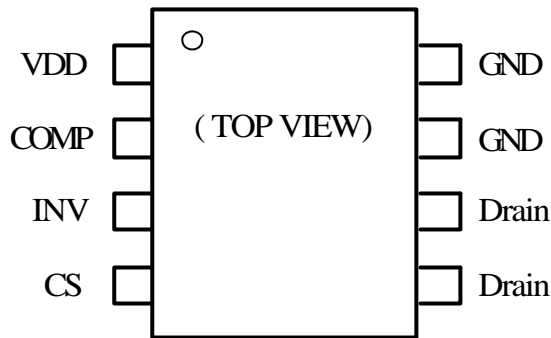


内部结构框图



典型输出功率

型号	输出功率			
	230V ± 15% AC		90-264V AC	
	开放式	适配器	开放式	适配器
KCD2535 (SOP8)	12W	10W	9W	8W
KCD2536 (DIP8)	12W	10W	9W	8W
KCD2538 (DIP8)	14W	12W	11W	10W

**管脚信息**

**管脚描述**

端口		I/O	功能描述
名称	管脚		
VDD	1	P	电源
COMP	2	I	CV 模式环路补偿
INV	3	I	辅助绕组的电压反馈。连接到电阻分压器，反应输出电压变化。占空比由误差放大器的输出和 4 脚的电流检测信号来决定。
CS	4	I	电流检测输入。连接 MOSFET 电流检测电阻端。
Drain	5,6	O	MOS 漏极
GND	7,8	P	地

**封装耗散等级**

封装	R JA( /W)
DIP8、SOP8	200

**最大额定值 (注释)**

符号	参数		值	单位
V <sub>DD</sub>	工作电压		30	V
V <sub>Drain</sub>	高压 MOSFET 漏端电压 (关闭状态)		-0.3 to 650	V
I <sub>VDD</sub>	VDD 箝位的连续电流		10	mA
V <sub>COMP</sub>	COMP 引脚工作电压		-0.3 to 7V	V
V <sub>CS</sub>	CS 引脚工作电压		-0.3 to 7V	V
V <sub>INV</sub>	INV 引脚工作电压		-0.3 to 7V	V
ESD	ESD 能力人体模式		5000	V
	ESD 能力机械模式		500	V
T <sub>L</sub>	焊接温度	20 秒	260	
T <sub>STG</sub>	储存温度范围		-55 to +150	
T <sub>J</sub>	工作结温范围		-20 to +150	

注释：超过最大额定值，可能会损坏器件。长时间工作在最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

**电气特性**

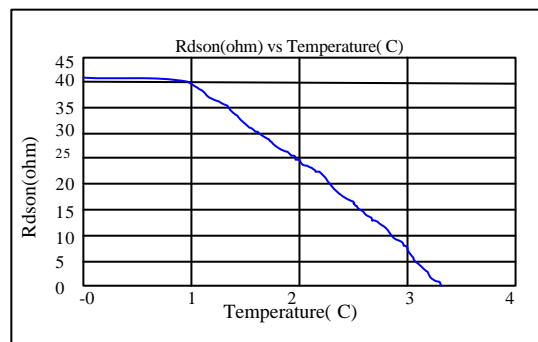
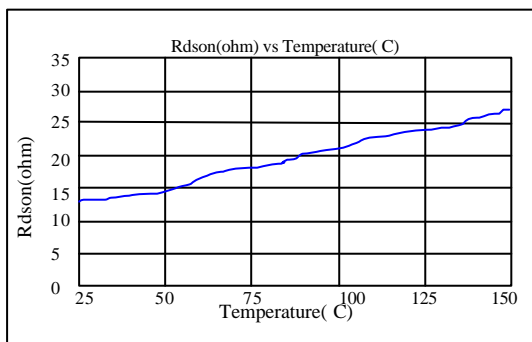
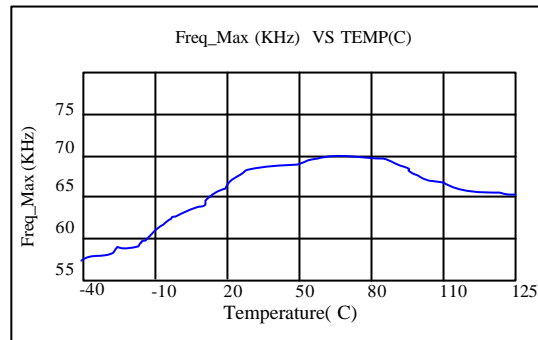
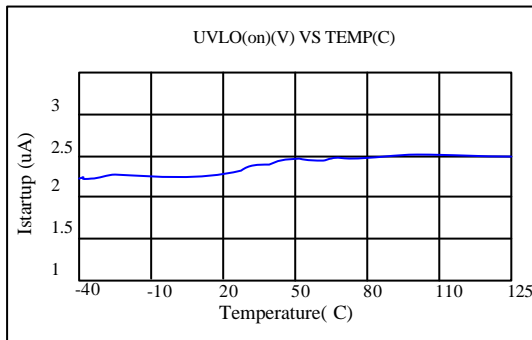
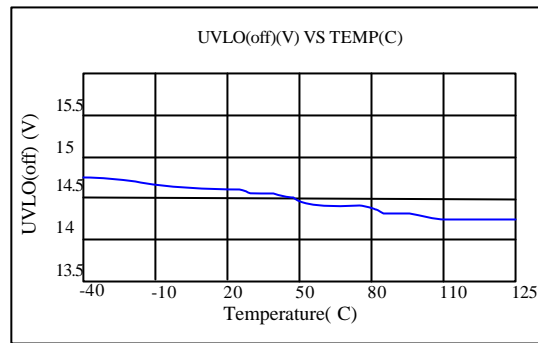
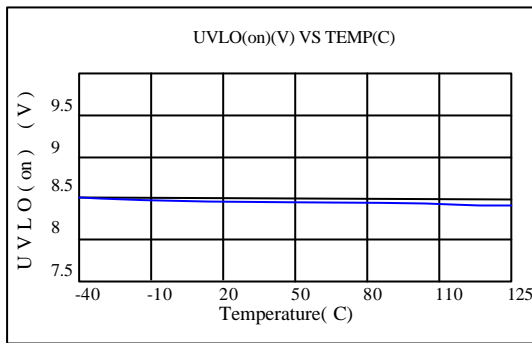
(TA = 25 , VDD = 16V , 如果没有其它说明)

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
<b>供电电压(VDD)部分</b>						
$I_{DD\_ST}$	待机电流	VDD = 13V		5	20	uA
$I_{DD\_OP}$	工作电流	INV = 2V , CS = 0V		2.5	3.5	mA
UVLO(ON)	VDD 欠压锁定电压	VDD 电压下降	7.5	8.5	10	V
UVLO(OFF)	退出 VDD 欠压锁定电压	VDD 电压上升	13.5	14.5	16.0	V
$V_{DD\_clamp}$	最大 VDD 工作电压	IDD = 10mA	27.5	29.5	31.5	V
OVP	过压保护阈值电压	VDD 上升到栅极关断	30.5	32.5	34.5	V
<b>电流检测输入部分</b>						
TLEB	前沿消隐时间			540		ns
$V_{th\_oc}$	过流阈值		870	900	930	mV
$T_{d\_oc}$	过流保护传播延时			150		ns
$Z_{SENSE\_IN}$	输入阻抗			50		Kohm
$T_{SS}$	软启动时间			10		ms
<b>频率部分</b>						
$F_{req\_Nom}$	系统额定开关频率			60		KHz
$F_{req\_startup}$		INV = 0V , Comp = 5V		14		KHz
$f/F_{req}$	频率抖动范围			+/-4		%
<b>误差放大器部分</b>						
$V_{ref\_EA}$	EA 的参考电压		1.97	2	2.03	V
增益	EA 的直流增益			60		dB
$I_{COMP\_MAX}$	最大输出线压降补偿电流	INV = 2V , Comp = 0V		42		uA
<b>栅极驱动输出部分</b>						
$B_{VDSS}$	漏源击穿电压	VGS=0V, ID=250uA	650			V
$I_{DSS}$	漏源漏电流	VGS=0V, VDS=650V			100	uA
$R_{DS\_ON}$	KCD2535	导通电阻	ID=0.3A, VGS=10V	7.2		
	KCD2536		ID=0.3A, VGS=10V	7.2		
	KCD2538		ID=1A, VGS=10V	4.4		
<b>过温保护部份</b>						
$T_{OTP}$	过温保护			160		° C
HYS_ $T_{OTP}$	滞回温度			25		° C

**注释：**

$F_{req\_Max}$  表示 IC 内部的最大时钟频率。在应用中，最高工作频率是 60KHz，当 IC 处于最大输出功率或者 CV 模式与 CC 模式过渡时会出现此频率。

## 特征曲线图



## 工作描述

KCD2535/6/8 是一款成本低，性能高都离线式低功率 AC/DC 的 PWM 控制器，主要应用于电池充电器和电源适配器上。它利用了原边反馈技术，因此应用中省去了光耦和 TL431。能实现高精度恒压/恒流控制，可以满足大多数充电器和适配器应用需求。

### 1、启动电流和启动控制

KCD2535/6/8 的供电电源端是 VDD。启动电阻提供了从高压端到 VDD 旁路电容的直流通路，为芯片提供启动电

流。KCD2535/6/8 的启动电流小于 20uA，因此采用较大的启动电阻可以减小整机的待机功耗。VDD 能够很快被充到 UVLO (off) 以上，从而使芯片快速启动并开始工作。VDD 的旁路电容一直为芯片提供供电直到输出电压足够高以至于能够支撑 VDD 通过辅助绕组供电为止。

### 2、工作电流

KCD2535/6/8 的工作电流低至 2.5mA。“多模式”控制特征使 IC 能够在低的工作电流条件下达到高的效率。

### 3、软启动

KCD2535/6/8 采用了内部软启动技术，能减轻在启动时对电路元件的冲击。当 VDD 超过 UVLO(OFF)时，芯片电流检测峰值电压从 0V 逐渐增加到正常值 0.91V，并且每次重新启动都打开软启动功能。

### 4、CC 模式

KCD2535/6/8 的 CV/CC 模式特征曲线如图 1 所示。KCD2535/6/8 被设计应用于工作在非连续模式下的反激式系统中。在正常工作时，当 INV 电压低于内部 2.0V 的基准电压时，系统工作在 CC 模式，否则系统工作在 CV 模式。当次级输出电流达到了系统设定的最大电流时，系统就进入 CC 模式，并且会引起输出电压的下降。随着输出电压的下降，反馈电压也跟着下降，芯片将会调整开关的频率，以使输出功率保持和输出电压成正比，其结果就是使输出电流保持恒定，这就是 CC 模式的原理。在 CC 模式下，无论输出电压如何变化，输出电流为常数。在作为充电器应用时，先是恒流充电直到接近电池充饱的状态，随后再进行恒压充电。

### 5、可调节的输出电流和最大输出功率

在 KCD2535/6/8 中，输出电流值和最大输出功率可以通过外部的限流电阻 RS 来设定。输出功率的大小随着电流值的变化而变化。系统功率大小，主要决定于原边电感量的大小；在系统功率范围内 RS 越大，输出电流值就越小，输出功率也越小；在系统功率范围内 RS 越小，输出电流值就越大，输出功率也越大。具体参照图 2 所示。

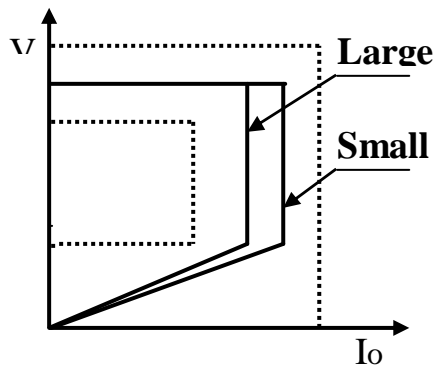


图 2 输出功率可通过 Rs 来调节

### 6、CV 模式控制

在 CV 模式控制时，KCD2535/6/8 利用辅助绕组通过电阻分压器 采样输出电压，并将采样电压与芯片内部基准电压的误差通过误差放大器进行放大，从而调整输出电压。当采样电压高于内部基准电压，误差放大器的输出电压 COMP 减小，从而减小开关占空比；当采样电压低于内部基准电压时，误差放大器的输出电压 COMP 增加，从而增大开关占空比，通过这种方式稳定输出电压。在 CV 模式下，系统输出电压通过原边进行控制。为了实现 KCD2535/6/8 的 CC/CV 控制，系统必须工作在反激式系统的非连续模式。(参照典型应用电路)在非连续模式的反激式转换器中，输出电压能够通过辅助绕组来设定。当功率 MOSFET 导通时，负载电流由输出滤波电容 Co 提供，原边电流呈斜坡上升，系统将能量存储在变压器的磁芯中，当功率 MOSFET 关断时，存储在变压器磁芯中的能量传递到输出，初级电流按下式(1)转换到次级：

$$I_s = \frac{N_p}{N_s} \cdot I_p \quad (1)$$

此时辅助绕组反射输出电压，具体如图 3 所示，计算公式如下：

$$V_{AUX} = \frac{N_{AUX}}{N_s} \cdot (V_o + \Delta V) \quad (2)$$

其中  $N_{AUX}$  为辅助绕组的匝数， $N_p$  为初级绕组的匝数， $N_s$  为次级绕组的匝数， $\Delta V$  是指整流二极管上的压降。

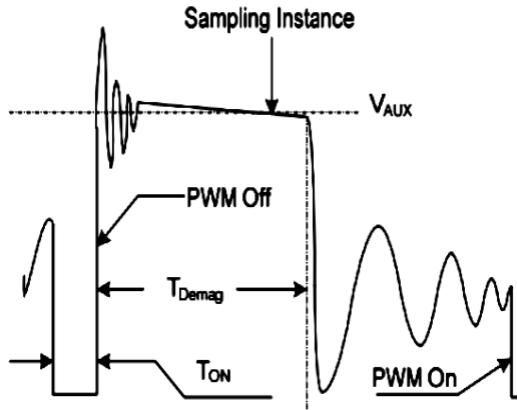


图 3 辅助绕组电压波形

通过一个电阻分压器连接到辅助绕组和 INV 之间,这样,通过芯片内部的控制算法,辅助绕组上的电压在去磁结束时被采样并保持,直至下一次采样。采样到的电压和内部 2.0V 的基准电压比较,将其误差放大。误差放大器的输出 COMP 反映负载的状况,控制脉宽调制开关的占空比,进而调整输出电压,这样就实现了 CV 模式控制。

#### 7、工作开关频率

KCD2535/6/8 的开关频率受控于负载状况和工作模式。内部电路设定最大开关频率为 60KHz。在反激模式的断续工作时,最大输出功率通过以下公式计算:

$$P_{o\max} = \frac{1}{2} L_p F_{sw} I_p^2 \quad (3)$$

$L_p$  为初级绕组电感, $I_p$  为初级绕组峰值电流。

根据公式(3),初级绕组电感的改变会导致恒流模式下的最大输出功率和恒定输出电流的改变。为了补偿由初级绕组电感变化而带来的改变,开关频率会被内部环路锁存。如下面的开关频率是

$$F_{sw} = \frac{1}{2T_{Demag}} \quad (4)$$

由于  $T_{Demag}$  反比于电感,则结果是  $L_p$  与  $F_{sw}$  恒定,因此恒流模式下的最大输出功率和恒定电流不会随着初级电感的误差而改变。高达 +/-10%的初级电感的改变能够被补偿。

#### 8、频率抖动对 EMI 的改善

KCD2535/6/8 内置频率抖动功能,振荡频率的抖动能减小固定频率点的 EMI 干扰平均值,能很大程度的减小了 EMI,简化了设计。

#### 9、电流检测和前沿消隐

KCD2535/6/8 具有逐周期流限功能,通过 CS 脚的检测电阻检测开关电流。前沿消隐电路砍掉了功率 MOSFET 导通瞬间的电压尖峰,以至于无需外部检测输入的 RC 滤波器。PWM 占空周期由电流检测输入电压和误差放大器的输出电压共同决定。

#### 10、GATE 驱动

KCD2535/6/8 使用专用的门驱动器来驱动外部功率 MOSFET。太弱的门驱动能力会产生高的传导和 MOSFET 开关损耗,而太强会产生 EMI。一个折中的办法是使用内置的图腾柱门驱动来控制正确的输出能量。

#### 11、可编程的输出电压补偿

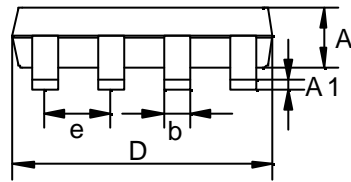
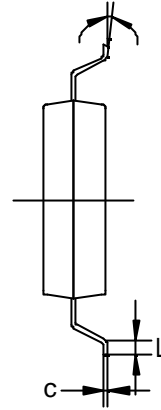
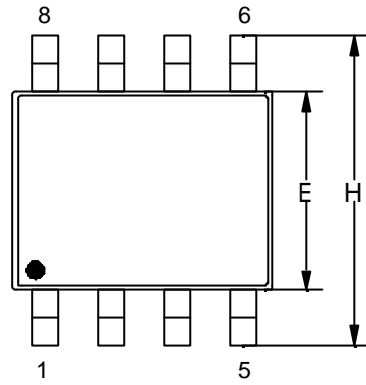
在 KCD2535/6/8 内,通过输出电压补偿来完成好的负载调节。INV 脚上产生的失调电压通过内部电流流入电阻分压器。此电流反比于 COMP 引脚电压,结果是它又反比于输出负载电流,因此电缆压降损失能够被补偿。当负载电流从满载下降到空载时,INV 脚的失调电压会上升。也可以通过调节电阻分压来补偿输出电压。

#### 12、保护控制

KCD2535/6/8 为了确保系统的正常工作内置了多重保护措施。当这些保护措施一旦被触发,将会关断 MOSFET。VDD 电压逐渐减少,当 VDD 低于进入欠压锁定的阈值电压时,随后系统自动进入重启状态。这些保护措施包括逐周期的电流限制、过温保护、过压保护、软启动、欠压锁定等。芯片的供电电源 VDD 由辅助绕组提供。KCD2535/6/8 每次重启都打开软启动功能。

封装尺寸

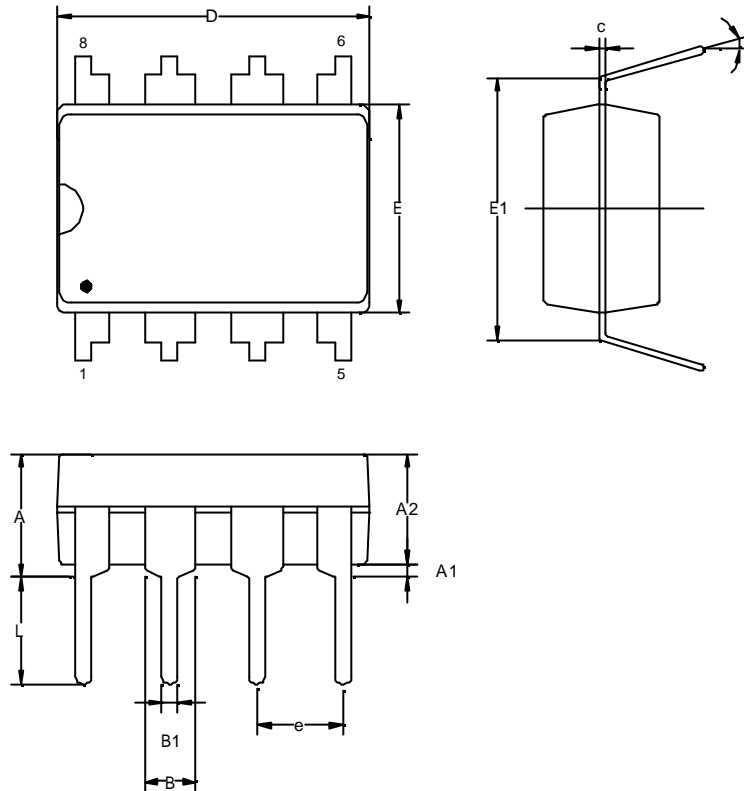
SOP8



标号	英寸			毫米		
	最小	标准	最大	最小	标准	最大
A	0.051	0.059	0.067	1.30	1.50	1.70
A1	0.002	0.006	0.010	0.06	0.16	0.26
b	0.012	0.016	0.022	0.30	0.40	0.55
c	0.006	0.010	0.014	0.15	0.25	0.35
D	0.186	0.194	0.202	4.72	4.92	5.12
E	0.148	0.156	0.163	3.75	3.95	4.15
e		0.050			1.27	
H	0.224	0.236	0.248	5.70	6.00	6.30
L	0.018	0.026	0.033	0.45	0.65	0.85
	0°		8°	0°		8°



DIP8



标号	英寸			毫米		
	最小	标准	最大	最小	标准	最大
A			0.170			4.31
A1	0.015			0.38		
A2	0.124	0.134	0.144	3.15	3.4	3.65
B	0.015	0.018	0.020	0.38	0.46	0.51
B1	0.050	0.060	0.070	1.27	1.52	1.77
c	0.008	0.010	0.012	0.20	0.25	0.30
D	0.352	0.362	0.372	8.95	9.20	9.45
E	0.242	0.252	0.262	6.15	6.40	6.65
E1		0.300			7.62	
e		0.100			2.54	
L	0.118	0.130	0.142	3.00	3.30	3.60
	0°		15°	0°		15°

(以上电路及规格仅供参考,如本公司进行修正,恕不另行通知。)

修订历史

版本	发行日期	修订简介
V1.0	2013-11-22	初版发行
V1.1	2014-03-03	增加 KCD2536 产品信息