

# 高效反激式 PWM 电源转换芯片

## 特性

- 内部集成 700V 高压 MOSFET
- 集成高压启动电路
- 改善 EMI 性能的频率调制技术
- 两级 OCP 检测
- Brown-In/Out 输入欠压保护
- 多模式电流 PWM 控制方式
- 采用 Burst 模式以获得更低的待机功耗
- DIP7/SMP7 封装以获得更大的爬电距离
- 工作温度:  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+125^{\circ}\text{C}$
- 具有多种保护功能
  - ◆ 输出短路保护 (自启动)
  - ◆ 输出过载保护 (自启动)
  - ◆ 输出过压保护 (锁存)
  - ◆ 过温保护 (锁存)
  - ◆ 输入欠压保护

## 应用

- 家用电器、音视频设备的辅助电源
- 开关电源适配器
- 通信、工业控制的辅助电源

## 产品说明

TS6536L是一款高性能、高集成度、低待机功耗的开关电源转换芯片,适用于85-265VAC输入的反激式电源。

TS6536L采用的700V高压工艺,增强了抗浪涌能力。本产品极大地减少了外围器件数量,节省了系统成本并减小了系统体积,同时提高了系统的可靠性。本产品采用DIP7/SMP7封装以获得更大的爬电距离,避免因为外部环境的污染而导致产品的短路。

TS6536L采用的多模式控制技术,能有效降低系统待机功耗、提高效率并改善动态性能。本产品采用最大100kHz的开关频率,从而有效地减小变压器体积,同时采用频率调制技术可以有效地降低EMI干扰。本产品最低频率限制在25kHz左右,从而在获得轻载效率提升的同时避免了音频噪声。

本产品具有丰富的保护功能,包括输出过载保护,输出过压保护,输出短路保护,输入欠压保护以及过温保护。这些保护功能可以有效的保护芯片,在各种极端工况下对芯片和系统提供可靠性保障。

## 引脚配置

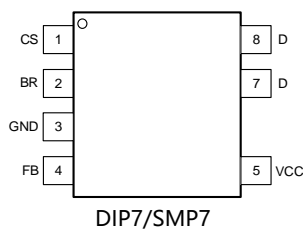


图 1. 引脚配置

## 典型电路

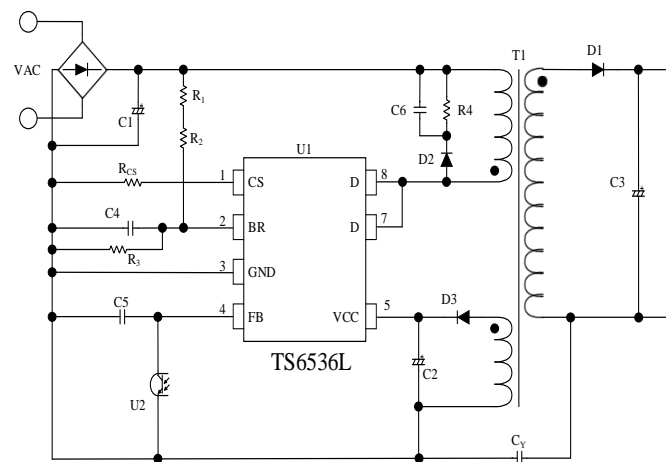


图 2. 典型电路

## 管脚说明

管脚编号	管脚名称	管脚说明
1	CS	功率管的源极，芯片OCP检测的输入端
2	BR	输入电压检测引脚
3	GND	芯片控制电路参考地
4	FB	反馈控制端
5	VCC	芯片输入供电引脚，芯片OVP检测的输入端
7/8	D	功率管漏极，芯片上电启动输入端

## 订购须知

型号	编号	环保	封装	包装
TS6536L	TS6536LDIP7T	RoHS	DIP7	50 颗/管
	TS6536LSMP7R		SMP7	700 颗/卷

## 功率范围

产品	230VAC		85-265VAC	
	密闭式 <sup>(1)</sup>	敞开式 <sup>(2)</sup>	密闭式 <sup>(1)</sup>	敞开式 <sup>(2)</sup>
TS6536L	21W	36W	16W	24W

(1) 密闭式是在典型的无风冷密闭盒子中、环境温度为+50°C的条件下测量得到；(2) 敞开式是在鼓风机箱、温度为+50°C的条件下测量得到。

## 极限参数

在  $T_A = +25^{\circ}\text{C}$  情况下测得 (除非另有说明)<sup>(1)</sup>

符号	参数	参数范围	单位
$V_D$	内部高压 MOSFET 漏源电压	-0.3 to 700	V
$V_{FB}$	反馈引脚电压	-0.3 to 14	V
$V_{CC}$	芯片供电电压	-0.3 to 32	V
$V_{BR}$	BR 引脚输入电压	-0.3 to 7.5	V
$V_{CS}$	CS 引脚输入电压	-2 to 6	V
ESD HBM	人体模型静电放电	$\pm 3000$	V
ESD MM	机器模型静电放电	$\pm 200$	V
ESD CDM	充电器件模型静电放电	$\pm 1500$	V
$T_J$	工作结温范围	-40 to 150	$^{\circ}\text{C}$
$T_{STG}$	存储温度	-65 to 150	$^{\circ}\text{C}$
$\theta_{JC}$	热阻	22	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
$\theta_{JA}$	热阻	70	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

(1) 使用过程中，施加的电压、温度等参数如果超过“极限参数”可能会对产品造成永久性的损坏。

## 电气特性:

At  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 17\text{V}$ (除非另有说明); 仅有典型值的参数由设计或测试等手段保证。(1)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>振荡器</b>					
$f_{OSC}$ 振荡器频率	平均值	90	100	110	kHz
	峰峰值		8.9		kHz
$f_{OSC(MIN)}$ 最小开关频率		18	25	32	kHz
$D_{MAX}$ 最大占空比		70	75	80	%
$D_{DPC}$ OCP 补偿占空比			36		%
<b>控制部分</b>					
$V_{FB(OLP)}$ 过载保护 FB 电压		6.8	7.2	7.8	V
$t_{OLP}$ 过载保护延时		55	75	90	ms
$V_{FB(CLAMP)}$ FB 引脚钳位电压		10.5	11.2	13.8	V
$I_{FB(MAX)}$ 最大反馈电流	$V_{CC} = 12\text{V}$	-100	-80	-60	$\mu\text{A}$
$I_{FB(MIN)}$ 最小反馈电流		-21	-13	-5	$\mu\text{A}$
$V_{FB(FDS)}$ 降频开始 FB 电压	$f_{OSC} * 0.9$	2.88	3.60	4.32	V
$V_{FB(FDE)}$ 降频截止 FB 电压	$f_{OSC(MIN)} * 1.1$	2.48	3.10	3.72	V
$V_{FB(OFF)}$ 停止开关 FB 电压		1.61	1.77	1.92	V
<b>供电部分</b>					
$V_{CC(ON)}$ VCC 启动电压		13.8	15.0	16.2	V
$V_{CC(OFF)}$ VCC 关断电压		7.6	8.5	9.2	V
$V_{CC(OVP)}$ VCC 过压保护阈值		27.0	29.2	31.2	V
$I_{CC(OLP)}$ 过载保护 VCC 电流			320		$\mu\text{A}$
$I_{CC}$ VCC 工作电流	$V_{CC} = 12\text{V}$		1.8	3.0	mA
$I_{CC(ST)}$ VCC 启动电流	$V_{CC} = 13.5\text{V}, V_D = 100\text{V}$	-4.0	-2.3	-1.1	mA
$V_{ST(ON)}$ 高压启动开启电压		16	19	22	V
$V_{CC(BIAS)}$ VCC 保持电压	$I_{CC} = -500\mu\text{A}$	8.0	9.7	10.5	V
<b>保护功能</b>					
$V_{BR(IN)}$ 输入欠压关闭阈值		5.43	5.60	5.77	V
$V_{BR(OUT)}$ 输入欠压启动阈值		4.65	4.80	4.95	V
$V_{BR(CLAMP)}$ BR 钳位电压	$I_{BR} = 100\mu\text{A}$	7.3	7.6	8.3	V
$V_{BR(DIS)}$ BR 禁用电压		0.4	0.6	0.8	V
$V_{OCP(L)}$ 过流保护最低电压		0.735	0.798	0.855	V
$V_{OCP(H)}$ 过流保护最高电压		0.843	0.883	0.933	V
$V_{OCP(LEB)}$ 前沿消隐时过流保护电压			1.69		V
DPC OCP 补偿系数			25.8		mV/ $\mu\text{s}$
$T_{J(TSD)}$ 过温保护		125	145		$^\circ\text{C}$

## 电气特性 (接上页)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>功率部分</b>					
$BV_{DSS}$	功率管击穿电压	$I_{DS} = 300\mu A$	700		V
$I_{DSS}$	功率管漏电流	$V_{DS} = 700V$		300	$\mu A$
$t_{LEB}$	前沿消隐		330		ns
$R_{DS\_ON}$	功率管导通电阻		2.4	3.9	$\Omega$

(1) “电气特性”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电参数规范。部分参数的典型值合理反映了器件性能，未给定上下限的参数，不保证其精度。

## 典型特性

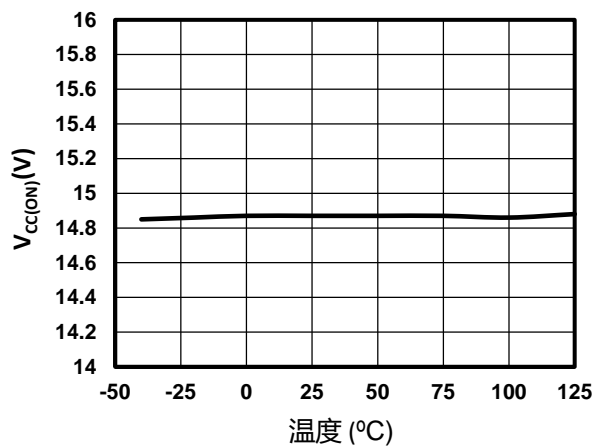


图3.  $V_{CC(ON)}$  温度特性

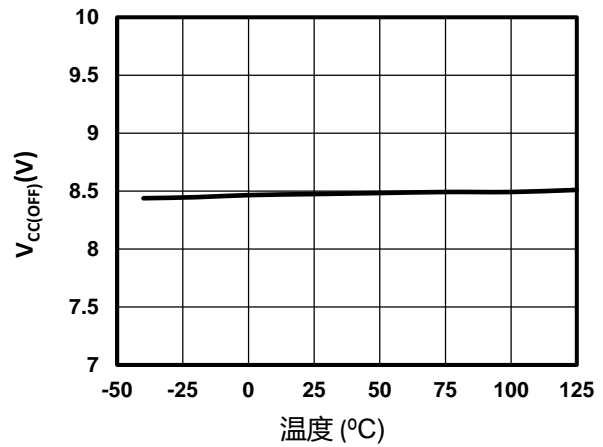


图4.  $V_{CC(OFF)}$  温度特性

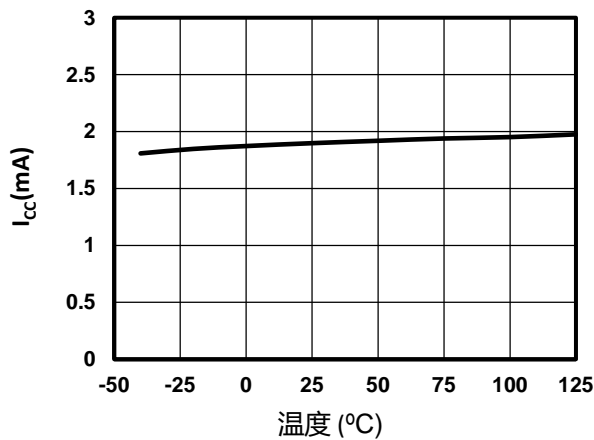


图5.  $I_{CC}$  温度特性

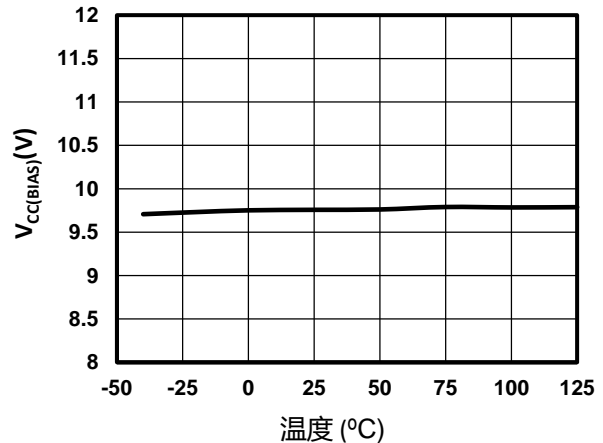


图6.  $V_{CC(BIAS)}$  温度特性

典型特性 (接上页)

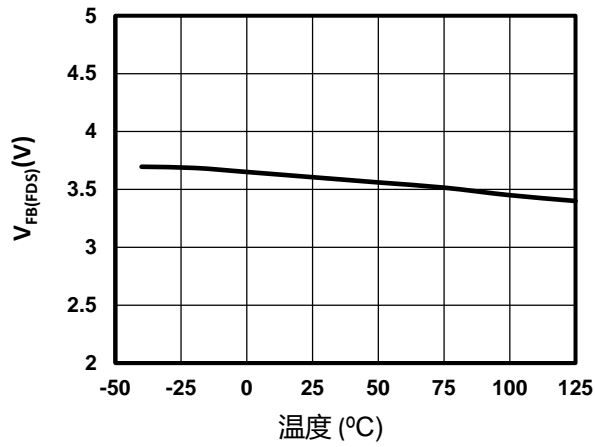


图7.  $V_{FB(FDS)}$  温度特性

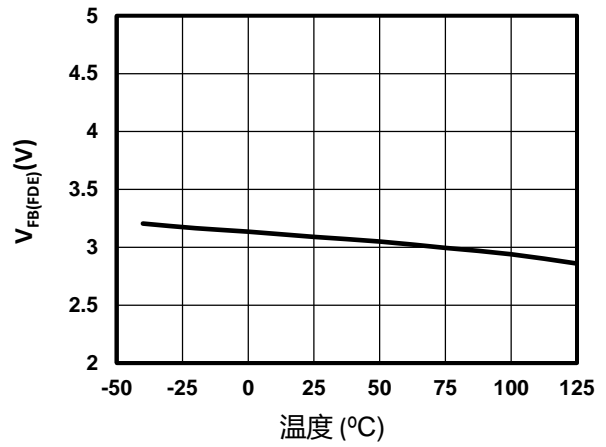


图8.  $V_{FB(FDE)}$  温度特性

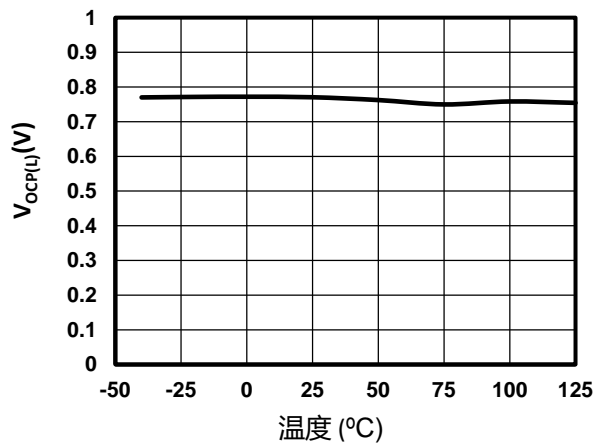


图9.  $V_{OCP(L)}$  温度特性

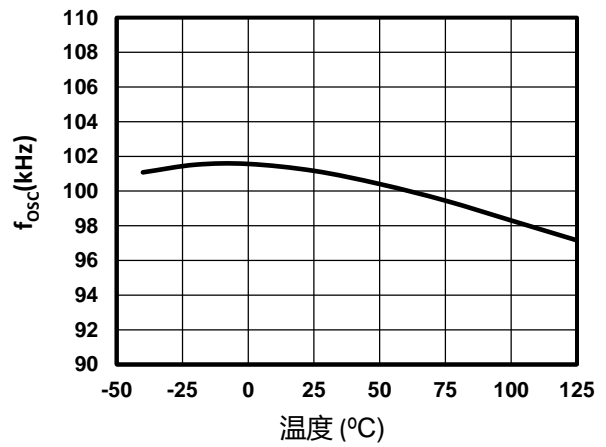


图10.  $f_{osc}$  温度特性

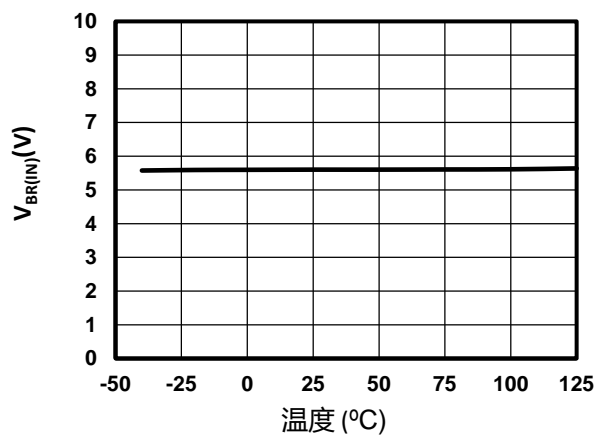


图11.  $V_{BR(IN)}$  温度特性

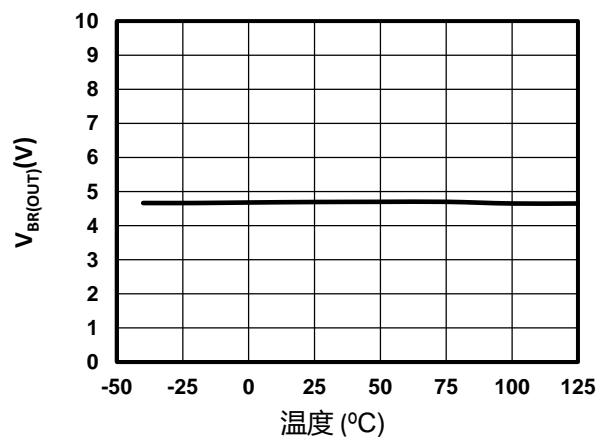


图12.  $V_{BR(OUT)}$  温度特性

## 功能框图

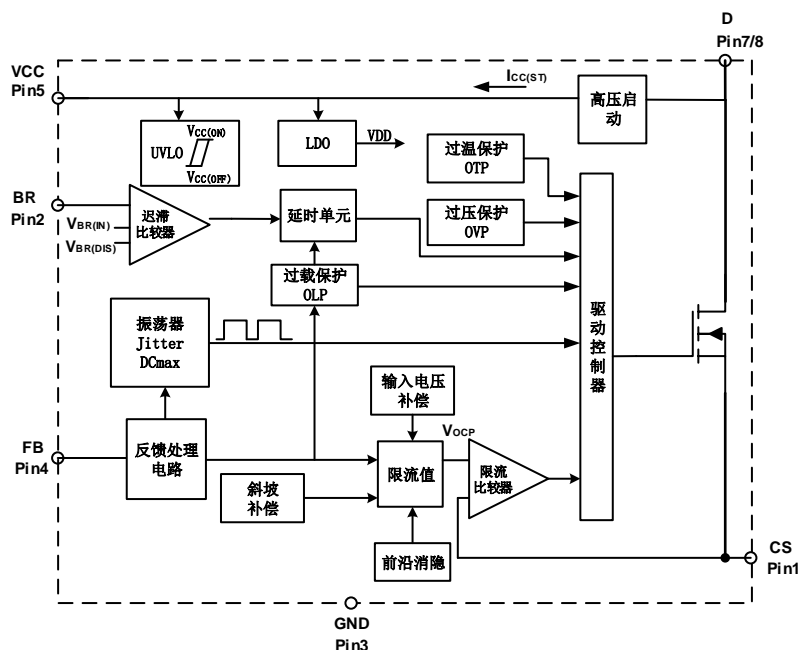


图 13. 功能框图

## 功能描述

TS6536L将一个高压功率开关管（MOSFET）及一个功率控制器（controller）集成在一个封装体内，从而缩小产品体积，降低系统成本。其中，功率控制器采用电流模式PWM控制，内置谐波补偿，通过FB引脚调节开关频率。最小开关频率设置在25kHz左右。该芯片采用多种控制模式结合，以实现更高的效率。在空载时，采用Burst模式可以降低空载功耗；在中、轻载时，采用Green模式可以提高中、轻负载的效率。

该芯片具有多重保护功能以保证电源系统稳定工作。输入欠压保护，或称为BIBO(Brown-In and Brown-Out)：可以避免输入电压过低对系统工作的危害。两级过流保护，或称为两级OCP(Over Current Protection)：低阈值OCP可以保证系统恒定功率输出，高阈值OCP可以保证在前沿消隐期间大电流不会损坏功率开关管。输出过载保护，或称为OLP(Over Load Protection)：具有自动重启的能力。输出过压保护，即输出OVP(Over Voltage Protection)：该功能可以避免因系统开环而导致的输出电压过高。芯片过温保护，或称为TSD(Thermal Shutdown)：该功能可以避免芯片在高温环境下持续工作而导致损坏。

## 启动电路

芯片集成了高压启动电路，该电路通过芯片的D引脚给VCC引脚充电。当VCC引脚电压达到 $V_{CC(ON)}$ 时，芯片控制电路开始工作，输出电压和辅助绕组供电电压开始建立。启动时应确保VCC建立后的电压满足： $V_{CC(BIAS)(max)} < V_{CC} < V_{CC(OVP)(min)}$ ，否则会导致启动失败。综合考虑，辅助绕组电压设置在15V到20V是比较合理的。

## 输入欠压检测电路

BR引脚的外接电阻将直流母线电压分压后，连接到BR引脚，可用来监测系统直流输入电压状况。当BR引脚电压处于 $V_{BR(DIS)}$ 到 $V_{BR(IN)}$ 之间时，VCC电压在 $V_{CC(ON)}$ 到 $V_{CC(OFF)}$ 之间反复重启，PWM电路未建立，功率管处于关断状态。当BR引脚电压超过 $V_{BR(IN)}$ 时，芯片开始正常工作。如果不使用输入欠压，可以将BR短路或设置在 $V_{BR(DIS)}$ 电压以下以禁用该功能。BIBO功能是指当BR引脚电压高于 $V_{BR(IN)}$ 时，使能芯片正常工作，否则处于欠压状态；当BR引脚电压低于 $V_{BR(OUT)}$ 时，禁止芯片正常工作。该功能类似迟滞作用，可以避免在临界电压处出现反复重启的现象。如果不使用该功能，建议将该引脚短路到芯片GND引脚；如果使用该功能，该引脚需要外挂容值为1-10nF的电容以进行去噪声处理。

## 软启动电路

芯片内部集成了软启动电路，软启动时间设定在约8.75ms。在该阶段中，芯片检测电流阈值电压会从低到高不断增加，共有7个电平。软启动功能可以减小MOSFET功率管和输出整流管的电压电流应力，在此期间前沿消隐功能是处于禁用状态。软启动以后，OCP功能恢复控制，如果启动时间超过 $t_{OLP}$ ，而输出电压尚未建立，则为过载或短路。

## 反馈引脚

芯片采用的是电流模式控制，FB引脚上叠加谐波补偿电路可以避免正常工作过程中发生的次谐波振荡。在每个周期开始时，通过对CS引脚进行采样，将该电压与FB电压比较，从而控制MOSFET的关断和导通时长。轻载时，输出电压会上升，通过光耦反馈到FB引脚，从而拉低FB引脚电压，导致功率管MOSFET漏极电流减小，功率传输到次级能量变小，因此，输出电压降低。当重载时，过程与之相反。如果负载过重，比如短路或过载，输出电压过低导致FB引脚电压达到 $V_{FB(OLP)}$ ，功率管开关会持续 $t_{OLP}$ ，然后关闭功率管。由于功率管的关闭导致辅助绕组电压降低，当VCC电压低于 $V_{CC(OFF)}$ 时，高压启动电路再次启动，给VCC充电，实现自动重新启动。

## 供电引脚

芯片采用外供电方式，一般通过变压器辅助绕组供电。虽然理论上，供电引脚的工作电压可以设置在10-27V之间，但一般建议在15-20V之间，从而获得更好的系统性能以及批量的一致性。由于辅助绕组跟随输出绕组的变化而变化，当输出电压过高(OV)时，VCC也会变高，当达到 $V_{CC(OVP)}$ 时，芯片禁止功率管的开关，即实现了输出OVP的功能。该功能具有锁存特性，必须将VCC降低到 $V_{CC(OFF)}$ ，芯片才能重新启动，这样可以避免在异常状态未解除时芯片进行多次重新启动从而损坏电路。当FB电压低于 $V_{FB(OFF)}$ 并且VCC电压也降低到 $V_{CC(BIAS)}$ 时，芯片会再次打开高压启动电路，通过高压启动电路的电流给芯片供电。根据前面的建议，合理的设计辅助绕组电压也可以避免此类问题的出现。

## 过温保护

热关断电路检测IC的结温，当结温度超过阈值，功率开关MOSFET被禁止。该保护具有锁存的功能。当VCC掉电至电压小于 $V_{CC(OFF)}$ 时，内部锁存器清零。

## 电流引脚

芯片采用检测峰值电流的方式以监控电流，CS引脚通过串联电阻将功率管MOSFET的电流信息反馈给芯片。在功率管开通时，由于电路中存在寄生参数，电流尖峰会叠加到CS引脚，所以很多芯片采用设置前沿消隐(LEB)的方法来避免该尖峰造成的干扰。一般的处理方式是通过延时一段时间，然后再采集CS引脚信息，也就是LEB期间不做处理。这种方式虽然可以避免尖峰造成的干扰，但却忽略了如果外围环境电路确实存在较大的干扰时，有可能该尖峰能量确实过大从而导致芯片损坏。针对该问题，解决方式为在芯片的LEB期间也进行CS采样，即采用两级OCP。

## 输入补偿

输入补偿是指针对不同的输入电压下，通过功率管MOSFET的电流会有所不同，因此需要通过一些手段将该电流值修正。当输入电压从低到高时，功率管MOSFET电流波形的斜率会逐渐增大，由于关断MOSFET存在传输延迟，因此实际应用中会造成低压输入的峰值电流小于高压输入的峰值电流的现象。当输入电压比较低的时候，占空比是比较大的，芯片通过检测占空比确定此时为低电压输入，需要增加OCP阈值。一般占空比 > 36%时，过流点采样电平被设置在 $V_{OCP(H)}$ ，采样电平小于该值的时候，采用如下公式：采样电平 =  $V_{OCP(L)} + DPC * ONDuty / f_{OSC}$ 。其中， $V_{OCP(L)}$ 是占空比为0时的采样电平，DPC是OCP补偿系数，ONDuty是功率管开关的占空比， $f_{OSC}$ 是PWM开关频率。

## 工作过程

芯片根据负载的情况，使开关频率作出相应的调整，预设有三种模式。在额定负载下，芯片的开关频率固定在 $f_{OSC}$ ；当负载出现减轻，即输出电压上升/FB电压下降到 $V_{FB(FDS)}$ 时，开关频率开始减小；当负载持续减轻，即FB电压下降到 $V_{FB(FDE)}$ 时，开关频率被固定 $f_{OSC(MIN)}$ ；如果进一步减轻至空载，芯片会进入Burst模式。以上工作模式切换，可以提高轻载效率，减小待机功耗，同时，也避免了音频噪音的产生。对于异常情况，芯片采用两种方式处理，分别为自动重新启动和锁存。过载或短路时，芯片会持续工作 $t_{OLP}$ ，然后才会关闭功率管。在BIBO中，当输入电压下降到 $V_{BR(OUT)}$ 时，芯片会持续工作 $t_{OLP}$ ，然后才会关闭功率管。功率管关闭后，通过辅助绕组外供电的芯片VCC电压将会下降，下降到 $V_{CC(OFF)}$ 后高压启动电路又重新开始工作，如果外围异常解除，则可以正常工作。

## 应用介绍

如下图所示，这是TS6536L的一种典型应用，针对全电压输入范围（85-265VAC），获得稳定的恒压输出（额定输出功率建议在36W以内使用，可根据实际使用的外部环境而定），本电路为反激式拓扑，主要应用于小功率电路转换。

电源输入端，采用一个陶瓷保险丝，在电路中存在异常情况时可以有效的切断电路，保险丝请安装在火线上。本系统为了获得较小的体积，采用桥堆B1做交流整流，经过CE1滤波，使用L1和CE2以增强滤波效果。CE1、L1、CE2形成的 $\pi$ 型滤波，可以有效的滤除差模干扰，建议CE1和CE2选择抗浪涌能力较强的电解电容，CE2、CE3和CE4采用高频低损耗电容。

TS6536L内部集成了高压启动电路和功率MOSFET，从而减少了外围元器件数量并降低了BOM成本。通过R8、R7、R6和C5完成对输入电压的采样，通过BR引脚检测判断是否输入欠压（图14）；如果不需要输入欠压保护，可以通过将BR短路到GND引脚来禁用此功能（图15）。CS引脚电阻建议使用功率电阻，以减小电流冲击。FB引脚外挂的电容（图14、15的C3），可以有效的去除噪声。本系统可以采用简单的RCD吸收电路，由图中的D2、R2、C4、R3组成。一般建议，通过调整RCD参数，从而获得MOSFET较小的关断电压尖峰。U2可以采用市场上常用的817光耦作为隔离反馈器件。

输出侧可以使用R4与ZD1及光耦的发光二极管（图14）压降形成稳压机制。

如果客户要求更高的输出电压精度，可以采用并联基准电压芯片TS431或TSV431用于输出电压的采集和比较，输出通过TS431（图15中U3）进行采样，通过光耦U2反馈到芯片的FB引脚。

CY1可以有效的滤除电源系统的共模噪声，在一些小功率应用时，不建议将CY1的容值取得过大，一般建议CY1的取值范围在220-2200pF之间。变压器T1可以根据实际的工作环境进行选择，一般建议采用磁芯中柱面积较大的变压器。D1作为次级整流使用，一般高电压输出采用快恢复或者超快恢复二极管，如果输出为低电压，建议采用肖特基二极管进行整流从而获得更高的效率。R1与C1根据二极管的反向尖峰进行调整。针对输出大电流的场合，输出滤波电容必须采用高频低损耗电容进行滤波。

TS6536L主要用于家用电器市场，如空调内机或外机的辅助电源，系统待机时芯片工作于跳频模式（Burst），请确保变压器的磁路尽可能短以减小可闻噪音。

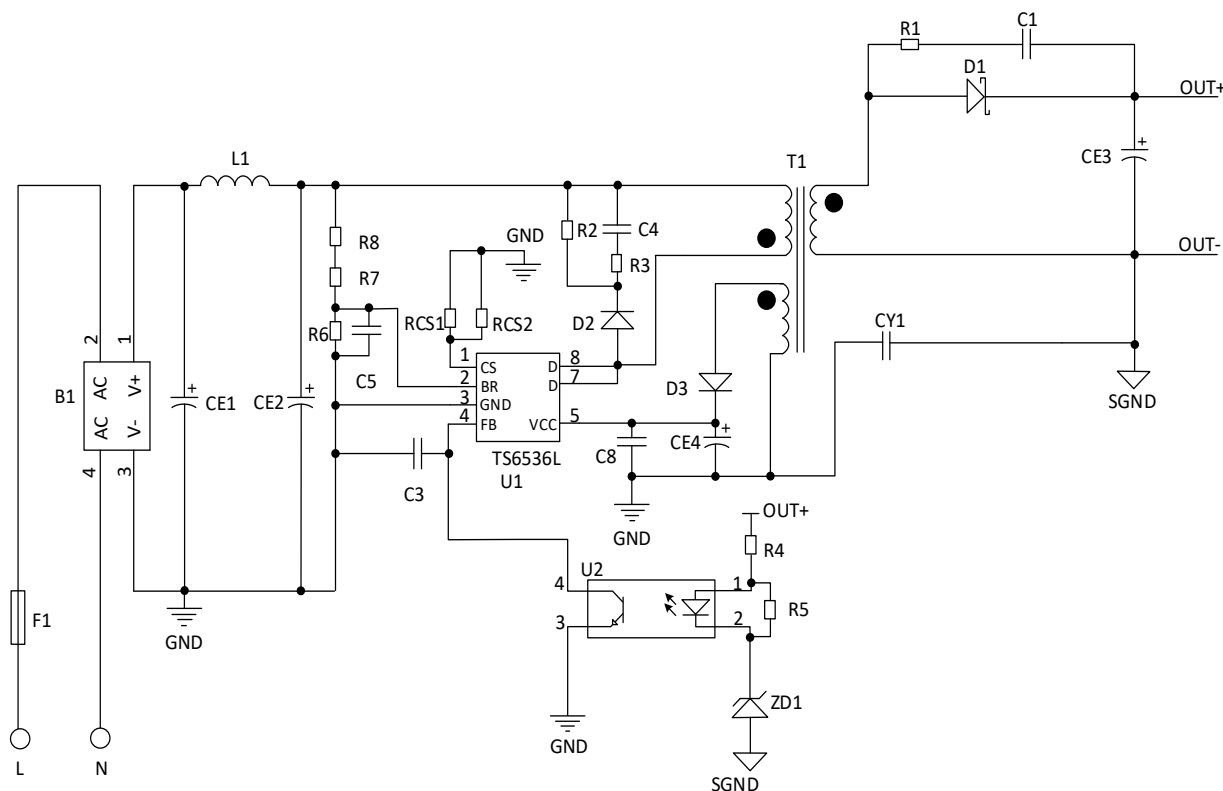


图14. 带欠压检测的典型电路



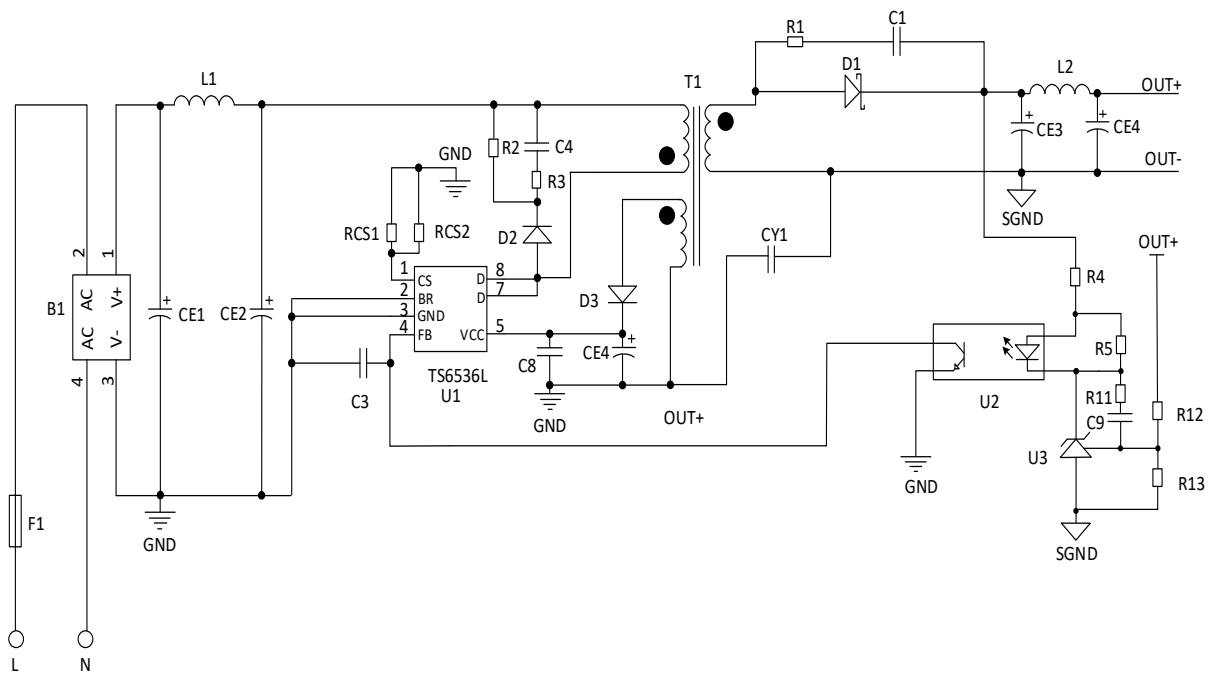
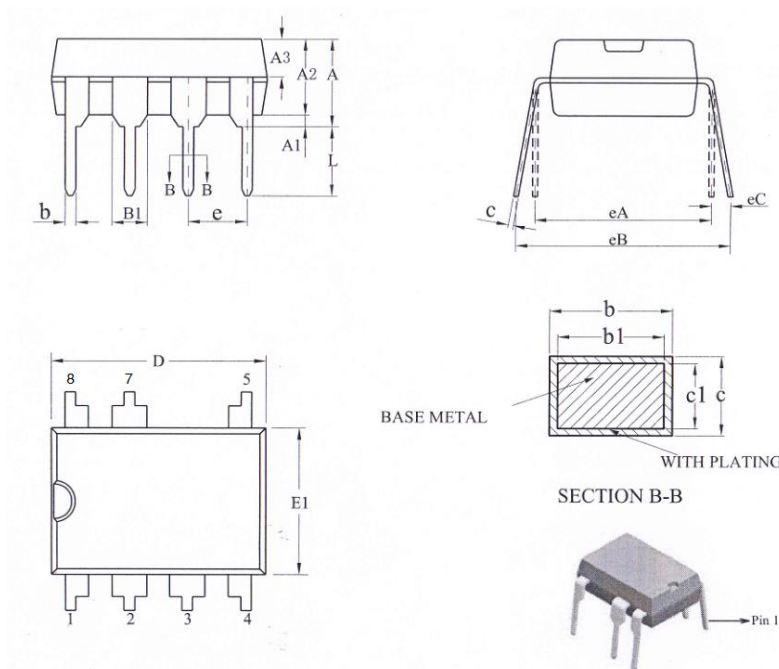


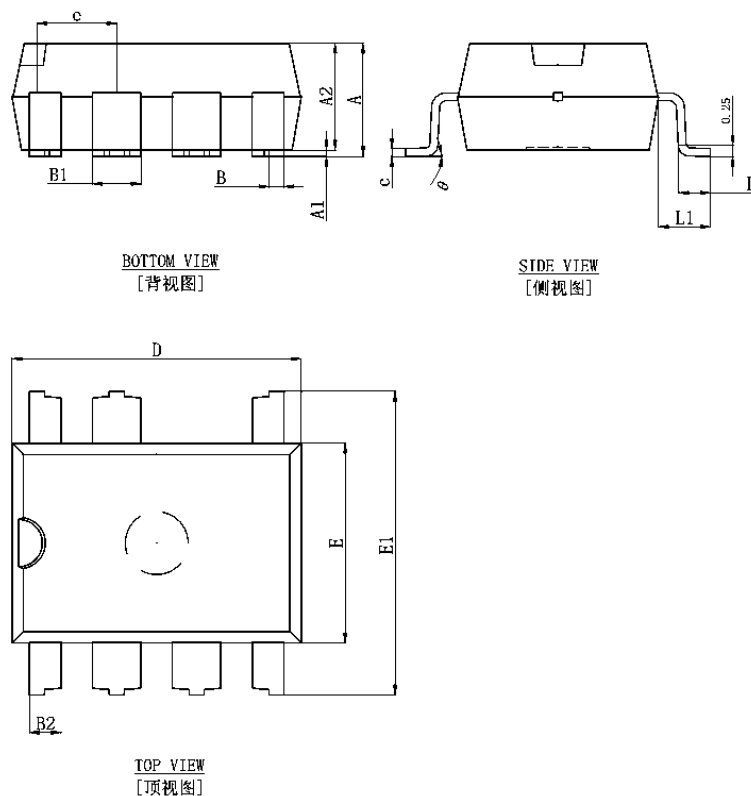
图15. 不带欠压保护的典型电路

**外形尺寸(DIP7)**



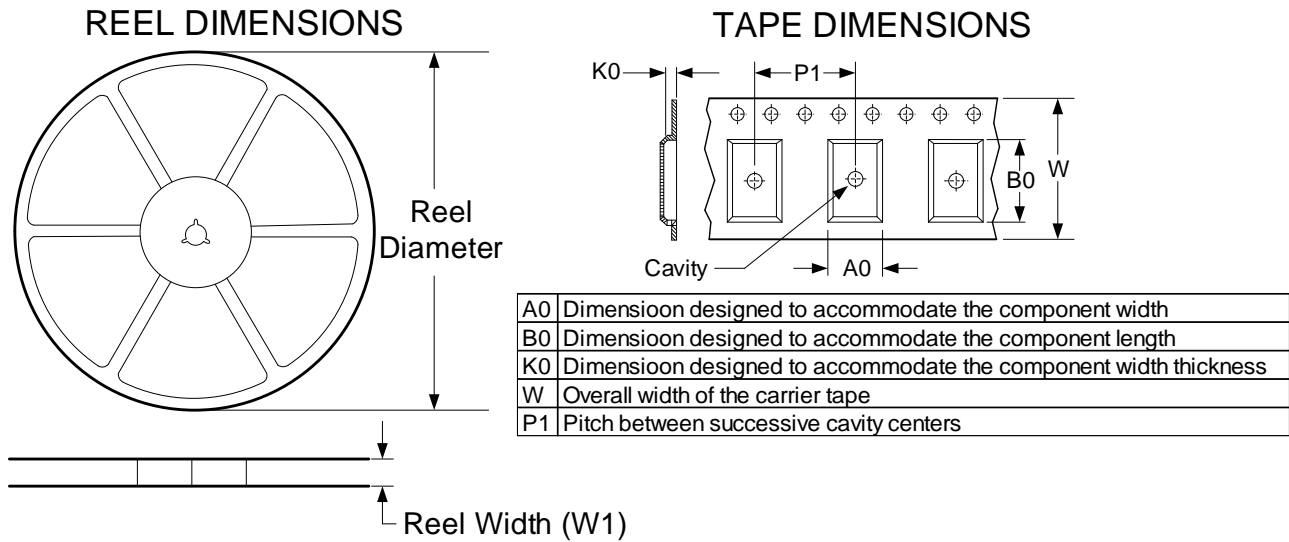
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	3.60	3.80	4.00
A1	0.51	—	—
A2	3.20	3.30	3.40
A3	1.55	1.60	1.65
b	0.44	—	0.52
b1	0.43	0.46	0.49
B1	1.52REF		
c	0.25	—	0.29
c1	0.24	0.25	0.26
D	9.15	9.25	9.35
E1	6.25	6.35	6.45
e	2.54BSC		
eA	7.62REF		
eB	7.62	—	9.30
eC	0	—	0.84
L	3.00	—	—

**外形尺寸(SMP7)**

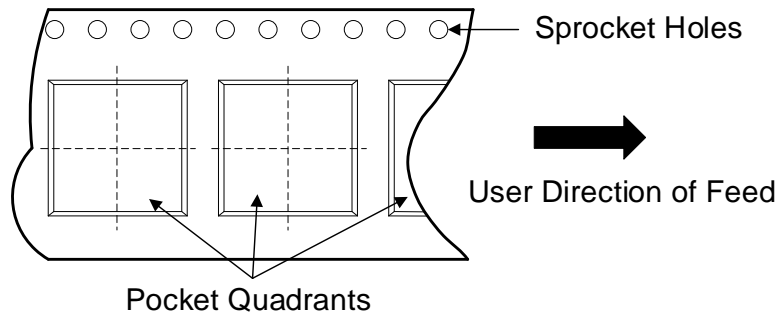


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	3.424	3.776	0.135	0.045
A1	0.100	0.300	0.004	0.012
A2	3.324	3.476	0.131	0.041
B	0.440	0.520	0.017	0.020
B1	1.484	1.564	0.058	0.062
B2	0.970	1.050	0.038	0.041
c	0.204	0.304	0.008	0.012
D	9.100	9.300	0.358	0.366
E	6.250	6.450	0.246	0.254
E1	9.450	9.850	0.372	0.388
e	2.540BSC.		0.100BSC.	
L	0.920	1.120	0.036	0.044
L1	1.650REF.		0.065 REF.	
$\theta$	0°	8°	0°	8°

**编带信息**



**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**



Device	Package Type	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TS6536L	SMP7	7	700	330	16.8	10	9.5	3.93	16	16	Q1

## **免责声明**

产品的提升永无止境，我公司将竭诚为客户提供更优秀的产品。

坤元微电子为客户提供免费的设计资源（如数据手册及参考设计等）、设计建议和其它资源，这些资源可供专业人员开发使用，但是这些不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保。这些资源如有变更，恕不另行通知。

我们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。坤元微电子授权您仅可将这些资源用于研发本资源所用到的坤元产品上，严禁对这些资源进行其它复制或展示。

坤元微电子反对并拒绝您可能提出的任何其它或不同的条款，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。