60V 输入,4A,异步降压DC-DC转换器

概要

IU5531E是一款具有集成型高侧MOSFET的60V、4A降压稳压器。能够耐受的抛负载脉冲高达65V。一个低纹波脉冲跳跃模式将无负载时的电源电流减小至180μA。当启用引脚被拉至低电平时，关断电源电流被减少至4μA。

欠压闭锁在内部设定为4.3V，但可用使能引脚将之提高。可在内部控制输出电压启动斜坡，从而控制启动过程并消除过冲。

宽开关频率范围可实现对效率或者外部组件尺寸的优化。频率折返和热关断功能在过载情况下保护内部和外部组件不受损坏。

IU5531E提供了纤小的ESOP8封装类型供客户选择，其额定的工作温度范围为-40℃至85℃。

描述

- 4.5V至60V输入电压范围
- 具有内部斜坡补偿的电流模式控制
- 与外部时钟的同步能力
- 100KHz至2MHz的可调频率
- 内部软启动
- 轻负载条件下使用脉冲跳跃实现的高效率
- ±2%反馈基准电压
- 4μA关断电源电流
- 180μA静态工作电流
- 过温和频率折返保护
- 逐周期电流限制和热关断
- 可调欠压闭锁(UVLO)

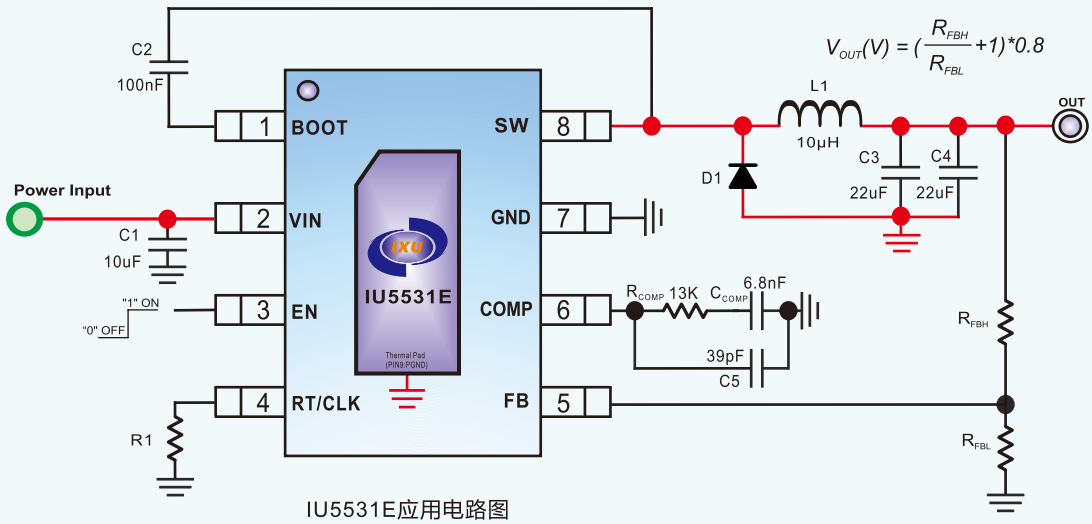
封装

- ESOP8

应用

- 12V，24V，48V和60V电源系统

典型应用图



$$V_{OUT}(V) = (\frac{R_{FBH}}{R_{FBL}} + 1) * 0.8$$

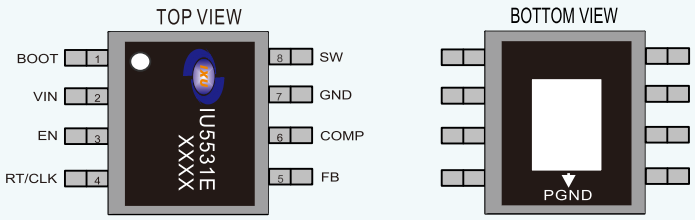
IU5531E应用电路图

备注:

（1）所有的贴片电容都需要尽量靠近芯片管脚布局。

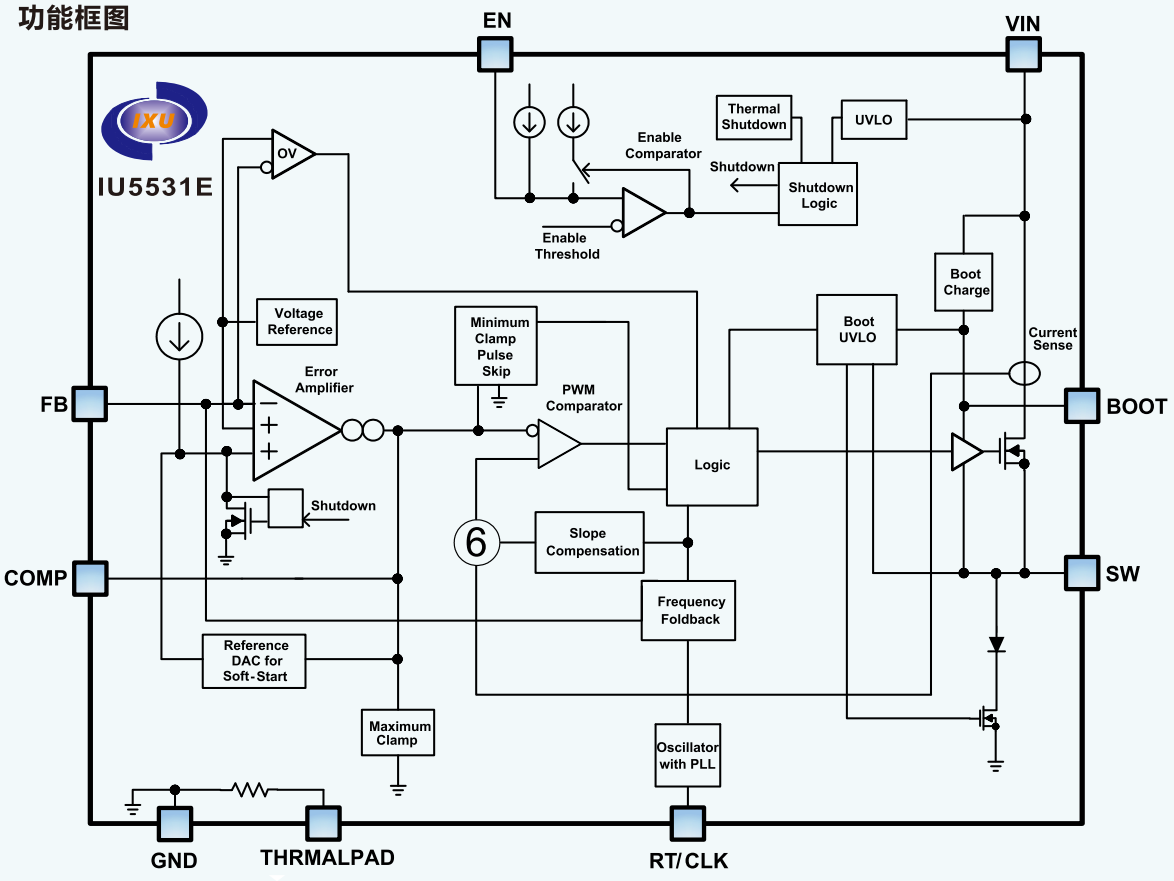
（2）图中红色实线为流大电流路径。

引脚排列以及定义



NO.	管脚名	I/O	功能
1	BOOT	输出	BOOT和SW之间需要一个自举电容器。如果该电容器上的电压低于高侧MOSFET工作所需的最小电压，则输出被关断，直到电容器被刷新为止。
2	VIN	输入	外部电源输入端
3	EN	输入	带有内部上拉电流源的使能引脚，浮空此脚将开启芯片
4	RT/CLK	输入	电阻器定时和外部时钟接口
5	FB	输入	用于电压调节的误差放大器输入和反馈引脚。将此引脚连接到电阻分压器的中心抽头，以设置输出电压
6	COMP	输出	内部误差放大器的输出，反馈回路补偿网络从该引脚连接到地
7	GND	-	芯片模拟地
8	SW	输入	内部高侧功率MOSFET的源极和转换器的开关节点
9 Thermal PAD	PGND	-	功率地，必须连接到地

功能框图



极限参数表[1]

参数	描述	数值	单位
VMAX	VIN, BOOT, SW, EN	-0.3~65	V
	COMP, FB, RT/CLK	-0.3~6	V
T_J	结工作温度范围	-40~150	℃
T_{STG}	存储温度范围	-55~150	℃
T_{SDR}	引脚温度（焊接10s）	260	℃

推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
VIN	输入电源电压	4.5~60	V
T_J	结工作温度范围	-40~125	℃
T_A	环境温度范围	-40~85	℃

热效应信息[2]

参数	描述	数值	单位
θ_{JA}	封装热阻-芯片到环境热阻	40	℃/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标识	包装尺寸	卷带宽度	数量
IU5531E	ESOP-8L		13″	12mm	4000 units

ESD范围

HBM(人体静电模式) ---------- ±2kV
MM(机器静电模式) ---------- ±200V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。

2. PCB板放置IU5531E的地方，需要有散热设计，使得IU5531E底部的散热片和PCB板的散热区域相连。

电气参数：（除特殊说明外，VIN=4.5V~48V，T_A=25℃）

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电源						
V_{IN}	输入电源电压		4.5		60	V
VIN_{UV}	VIN 端欠压保护阈值	VIN Risling		4.3		V
ΔVIN_{UV}	VIN 端欠压保护滞回			300		mV
I_Q	芯片静态工作电流	non-switching V_{FB} = 0.9V		180		μA
I_{SD}	芯片关断电流	V_{EN}=0V		4	8	μA
使能与欠压						
V_{EN}	EN使能阈值	No voltage hysteresis		1.2		V
I_{EN}	EN 上拉电流	V_{EN}-50mV		1.2		μA
I_{EN_HYS}	EN 滞回电流			3.4		μA
参考电压与误差放大器						
V_{REF}	反馈电压参考		0.784	0.8	0.816	V
I_{FB}	误差放大器输入偏置电流			50		nA
G_{ea}	误差放大器跨导	-2uA<I_{COMP}<2uA, V_{COMP}=1V		350		uS
$Gain_{ea}$	误差放大器直流增益	V_{FB} = 0.8V		10000		V/V
UGB_{ea}	误差放大器单位增益带宽			2500		Khz
电流限制						
I_{LIM}	电流限制阈值	V_{IN}=12V,开环		5.5		A
t_{LIM_D}	电流限制阈值延迟			70		ns
RT/CLK						
f_{SW}	开关频率	Resistor timing mode	100		2000	KHz
		R_T=200KΩ	450	500	550	KHz
		CLK mode	160		1800	KHz
V_{RT/CLK_H}	RT/CLK 端高电平阈值			1.55	2	V
V_{RT/CLK_L}	RT/CLK 端低电平阈值		0.5	1.2		V

电气参数：（除特殊说明外，VIN=4.5V~48V，T_A=25℃）

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RT/CLK						
tp_{CLK_MIN}	CLK最小输入脉宽			20		ns
t_{fr_D}	RT/CLK下降沿到SW上升沿延迟	Measured at 500 kHz		60		ns
t_{PLL}	PLL lock in time	Measured at 500 kHz		80		us
HIGH-SIDE MOSFET						
R_{ON}	导通阻抗			150		mΩ
t_{on_MIN}	最小导通时间	V_{IN}=12V		150		ns
软启动						
t_{SOFT}	软启动时间	f_{SW}=500KHz, 10% to 90%		2.1		ms
		f_{SW}=2.5MHz, 10% to 90%		0.42		ms
温度保护						
T_{SD}	过温保护阈值			160		℃
T_{hyst}	过温保护迟滞			20		℃

IU5531E应用要点

1. 功能简介

IU5531E是一款60V，4A降压型稳压器，带有集成的高侧N沟道MOSFET。该芯片实现恒定频率、电流模式控制，减少了输出电容并简化了外部频率补偿。100KHz至2500KHz的宽开关频率范围允许在选择输出滤波器组件时进行效率或尺寸优化。使用连接到RT/CLK管脚的接地电阻器来调整开关频率。该芯片有一个连接到RT/CLK端子的内部锁相环（PLL），它将使电源开关导通与外部时钟信号的下降沿同步。

IU5531E集成的150mΩ高侧MOSFET支持高效电源设计，能够提供负载4A连续电流。用于集成高侧MOSFET的栅极驱动偏置电压由从BOOT连接到SW管脚的自举电容器提供。IU5531E通过集成自举充电二极管来减少外部组件计数。BOOT管脚电容电压由UVLO电路监测，当BOOT至SW电压降至预设阈值以下时，UVLO电路关断高侧MOSFET。BOOT电容再充电电路允许IU5530E在接近100%的高占空比下工作。因此，最大输出电压接近应用的最小输入电源电压。最小输出电压为内部0.8V反馈参考电压。

输出瞬态过压通过过压瞬态保护（OVP）比较器最小化。当输出电压大于所需输出电压的109%，OVP比较器被激活时，高侧MOSFET被关断，直到输出电压小于所需输出电压的106%。

IU5531E内部软启动电路在启动期间减缓输出上升时间，以减少浪涌电流和输出电压过冲。输出过载重置软启动计时器。当过载消除时，软启动电路控制从故障输出电平恢复到正常调节电压。频率折返电路在启动和过电流故障条件下降低开关频率，以帮助维持对电感器电流的控制。

2. 固定频率PWM控制

IU5531E采用固定频率、峰值电流模式控制，开关频率可调。输出电压通过连接到FB管脚的外部电阻器与误差放大器的内部参考电压进行比较。内部振荡器启动高侧功率管的接通。误差放大器COMP管脚处的输出控制高侧功率开关电流。当高侧MOSFET开关电流达到COMP电压设置的阈值电平，功率管关闭。COMP管脚电压将随着输出电流的增加和减少而增加和减少。该芯片通过将COMP管脚电压箝位到最大电平来实现限制电流。

3. 跳周模式

IU5531E在轻负载电流下以跳周模式运行，通过降低开关和栅极驱动损耗来提高效率。如果输出电压在调节范围内，并且任何开关周期结束时的开关电流峰值低于跳周电流阈值，则进入跳周模式。跳周电流阈值是对应于600mV COMP电压时的峰值开关电流值。

当处于跳周模式时，COMP管脚电压被箝位在600mV，并且高侧MOSFET被关断。由于没有开关切换，输出电压开始减小。电压控制回路通过增加COMP管脚电压来响应降低的输出电压。当误差放大器将COMP提升到跳周阈值以上时，高侧MOSFET开启并重新进行开关。当输出电压恢复到调节值，并且COMP最终下降到跳周阈值以下，此时再次进入跳周模式。当处于跳周模式时，内部PLL保持工作状态。当轻负载电流运行在跳周模式下时，开关切换与外部时钟信号同步发生。

在跳周模式期间，IU5531E感应并控制峰值开关电流，而不是平均负载电流。因此，设备进入跳周模式时的负载电流取决于输出电感值。

4. 自举电压（BOOT）

IU5531E提供了一个集成的自举电压调节器。BOOT和SW之间的电容为高侧MOSFET提供栅极驱动电压。当高侧MOSFET关断并且外部低侧二极管导通时，BOOT电容被刷新。BOOT电容的推荐值为0.1μF。为了在使用的温度和电压范围内保持稳定的性能，建议使用额定电压为10V或更高的X7R或X5R级陶瓷电容。

当工作在低压差（从输入到输出）时，只要BOOT到SW电压大于2.1V，IU5531E的高侧MOSFET就将以100%占空比工作。当BOOT到SW的电压下降到2.1V以下时，高侧MOSFET关断并且集成的低侧MOSFET将SW拉低以对BOOT电容再充电。为了减少低侧MOSFET在高输出电压下的损耗，它在24V输出时被关断，当输出降低到21.5V时重新开启。

由于BOOT电容驱动的栅极驱动电流很小，因此高侧MOSFET可以在其关断以刷新电容之前的许多开关周期内保持导通，因此开关调节器的有效占空比可以很高，接近100%。降压期间转换器的有效占空比主要受功率MOSFET两端的电压降、电感器电阻、低侧二极管电压和印刷电路板电阻的影响。

5. 设置输出电压

内部基准电压在误差放大器同相端提供精确的0.8V参考电压。要设置输出电压，请根据下面的公式选择FB引脚分压电阻R_{FBH}和R_{FBL}。

$$V_{OUT}(V) = (\frac{R_{FBH}}{R_{FBL}}+1)*0.8$$

6. 软启动

IU5531E具有内部数字软启动功能，在1024个开关周期内可将参考电压从零伏升至其最终值。内部软启动时间（10%至90%）使用下面的公式计算：

$$t_{SS}(mS) = \frac{1024}{f_{SW}(KHz)}$$

7. 欠压检测（UV）

IU5531E的默认输入启动电压约为4.3V。EN管脚可用于通过两个外部电阻器调整输入电压欠压锁定（UVLO）阈值。当EN管脚浮动时，内部上拉电流源使能操作。空载（无开关切换）条件下的工作电流为180μA。当设备被禁用时，电源电流为4μA。

8. 使能与设定欠压闭锁（UVLO）

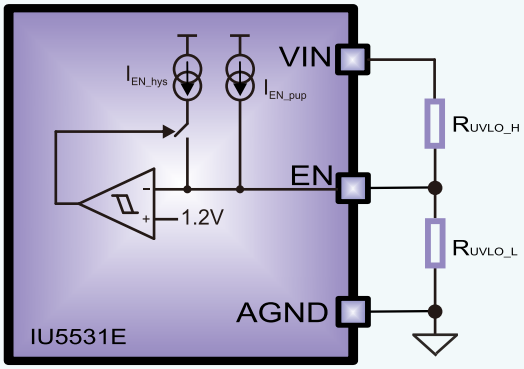
如果应用程序需要更高的欠压锁定（UVLO）阈值，请使用下图所示的电路，用两个外部电阻器调节输入电压UVLO。当EN管脚电压超过1.2V时，会有额外的3.4μA迟滞电流I_{EN_hys}来自EN管脚。当EN管脚被拉到1.2V以下，3.4μA迟滞电流I_{EN_hys}被去除。该附加电流有助于调节输入电压UVLO迟滞。R_{UVLO_H}和R_{UVLO_L}计算如下：

$$R_{UVLO_H} = \frac{V_{START} - V_{STOP}}{I_{EN_hys}}$$

$$R_{UVLO_L} = \frac{V_{EN}}{\frac{V_{START} - V_{EN}}{R_{UVLO_H}} + I_{EN_pup}}$$

上式中:

- V_{START}是预设的VIN管脚开启电压;
- V_{STOP}是预设的VIN管脚关闭电压;
- V_{EN}是EN管脚使能开启电压，1.2V（典型值）；
- I_{EN_hys}是EN管脚内置迟滞电流，3.4uA（典型值）；
- I_{EN_pup}是EN管脚内置上拉电流，1.2uA（典型值）；



9. 定时电阻(RT/CLK管脚)

通过在RT/CLK管脚和GND之间放置电阻器，IU5531E的开关频率可在100KHz至2000KHz的宽范围内调节。RT/CLK管脚电压通常为0.5V，并且必须具有接地电阻以设置开关频率。要确定给定开关频率的定时电阻，请使用如下公式。为了减小应用方案的尺寸，通常将开关频率设置得尽可能高，但应考虑转换效率、最大输入电压和最小可控导通时间的折衷。最小可控接通时间通常为150ns，这限制了具有高输入输出降压比的应用中的最大工作频率。

$$R_T(K\Omega) = \frac{101756}{f_{SW}(KHz)^{1.008}}$$

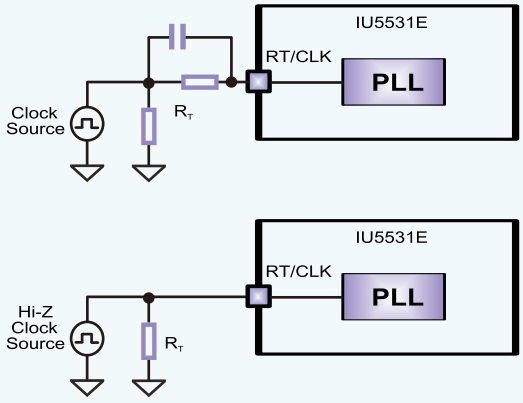
$$f_{SW}(KHz) = \frac{92417}{R_T(K\Omega)^{0.991}}$$

10. RT/CLK管脚同步功能

RT/CLK可以从外部系统时钟接收频率同步信号。要实现此同步功能，请通过任一电路将方波连接到RT/CLK管脚网络，如图所示。施加到RT/CLK管脚的方波低电平低于0.5 V，高电平高于1.7V并且脉冲宽度大于15ns。同步频率范围为160KHz至1800KHz。

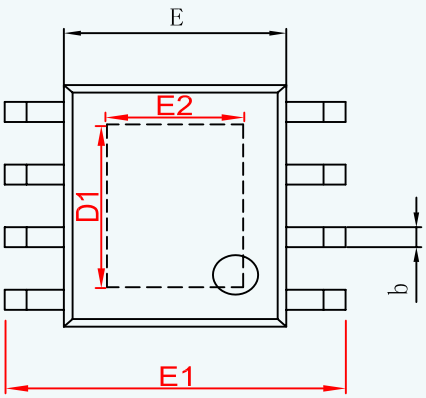
SW的上升沿将与RT/CLK管脚信号的下降沿同步。外部同步电路的设计应确保，当同步信号关闭时，默认频率设置电阻器从RT/CLK管脚连接到地。当使用低阻抗信号源时，频率设置电阻器与交流耦合电容器并联连接到终端电阻器（例如，50Ω），如图所示。当信号源关闭时，两个串联电阻器提供默认的频率设置电阻。电阻之和应将开关频率设置为接近外部CLK频率。建议通过10pF陶瓷电容器将同步信号交流耦合到RT/CLK管脚。

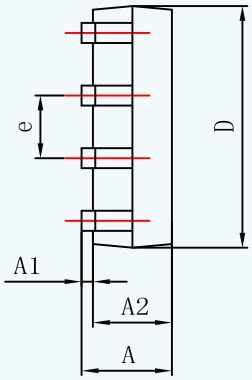
RT/CLK第一次被拉到PLL阈值以上时，芯片从RT电阻器自由运行频率模式切换为PLL同步模式。当PLL开始锁定到外部信号上时，内部0.5V电压源被移除，RT/CLK管脚变为高阻抗。开关频率可以高于或低于用RT/CLK电阻器设置的频率。芯片从电阻器模式转换到PLL模式，并在80us左右内锁定到外部时钟频率。在从PLL模式转换到电阻器编程模式期间，开关频率将下降到150KHz，然后当0.5V偏置电压重新施加到RT/CLK电阻器时，开关频率将增加或减少到电阻器编程频率。



封装信息

IU5531E PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS (units:mm)







字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	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
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	9°

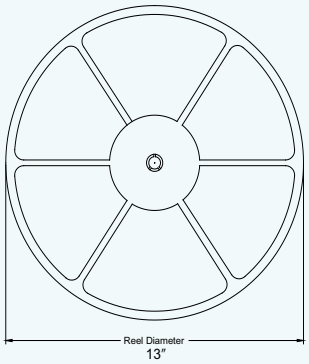
Notes:

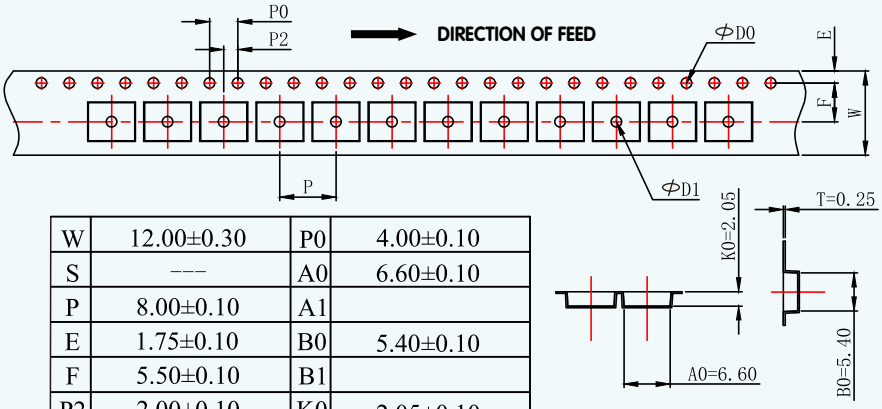
(1) 所有尺寸都为毫米

(2) 参考JEDEC MO-187标准

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS





W	12.00±0.30	P0	4.00±0.10
S	---	A0	6.60±0.10
P	8.00±0.10	A1	
E	1.75±0.10	B0	5.40±0.10
F	5.50±0.10	B1	
P2	2.00±0.10	K0	2.05±0.10
D0	1.50+0.10/-0.00	K1	
D1	1.50+0.10/-0.00	t	0.25±0.05



MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

声明:

- 上海埃诚攸半导体有限公司保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在使用前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整和最新。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用上海埃诚攸半导体有限公司产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品品质的提升永无止境，上海埃诚攸半导体有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！