

带自供电功能的多模式、恒压恒流原边控制功率开关

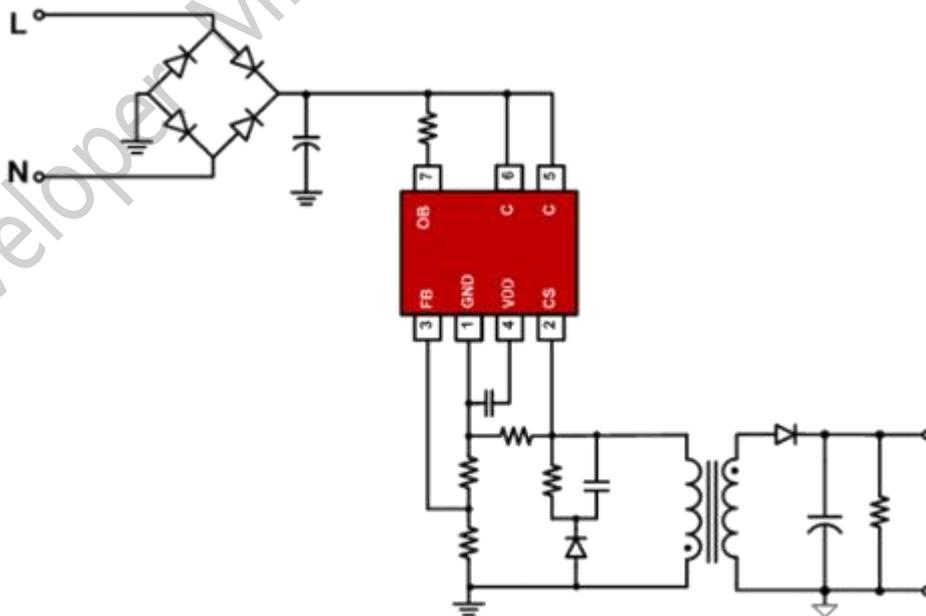
主要特点

- 带自供电功能，变压器无需辅助绕组
- 具备快速启动功能
- 启动时具有 Line BOP 功能
- 集成 800V 高压功率 BJT
- $\pm 5\%$ 恒流、恒压精度
- 多模式原边控制方式
- 工作无异音
- 可调式线损补偿
- 集成线电压和负载电压的恒流补偿
- 集成完善的保护功能：
 - 短路保护 (SLP)
 - 过温保护 (OTP)
 - 逐周期限流保护 (OCP)
 - FB 过压保护 (FB OVP)
 - 启动时线电压欠压保护 (Line BOP)
 - VDD 过欠压保护

典型应用

- 手机充电器
- LED 圣诞灯

典型应用电路



产品描述

DP2601D 是一款高性能原边控制功率开关，可提供高精度恒压和恒流输出性能，尤其适合于小功率离线式充电器应用和 LED 圣诞灯。

DP2601D 带有自供电模块，支持两绕组的 PSR 架构。它还具有快速启动功能，允许 VDD 采用大容量 (22 μ F 或者 30 μ F) 的电解电容，使得电源能够适应 LED 圣诞灯等的低温环境。DP2601D 在启动时还具有线电压欠压保护功能，可以避免 PSR 在线电压过低时出现异常工作状态。

DP2601D 集成有多种保护功能：VDD 欠压保护 (UVLO)、VDD 过压保护 (VDD OVP)、逐周期限流保护 (OCP)、短路保护 (SLP) 和 VDD 箝位、FB 过压保护 (FB OVP)、启动时线电压欠压保护 (Line BOP) 等。

封装信息

型号	描述
DP2601D	SOP-7, 无卤、编带盘装, 4000颗/卷

产品说明

➤ 管脚封装



➤ 管脚功能描述

管脚	名称	I/O	描述
1	GND	P	芯片地管脚
2	CS	I	电流采样输入管脚
3	FB	I	系统反馈管脚。变压器原边绕组电压经电阻分压后送至 FB 管脚，用于 CV 模式输出电压控制及 CC 模式输出电流控制
4	VDD	P	芯片供电管脚
5, 6	C	P	内部三极管的集电极
7	OB	I	芯片启动供电管脚，推荐用 10Mohm 电阻与 C 管脚连接

➤ 产品标记



第一行“DP2601”固定不变;

第二行“DXXXXXX”，“D”固定不变，第 1 个 X 表示年的最后一位，如 2019 为 9; 第 2 个 X 表示月,用 A-L 12 个字母表示;第 3、4 个 X 表示日期,如 01-31; 最后两个 X 为晶圆批号追踪码。

➤ 极限参数 (备注 4)

参数	数值	单位
VDD 直流供电电压	10	V
C 管脚电压	-0.3 to 800	V
FB 电压范围	-0.3 to 6	V
CS 电压范围	-3 to 6	V
封装热阻---结到环境 (SOP-7)	90	°C/W
最大结温	165	°C
储藏温度范围	-65 to 150	°C
焊接温度 (焊接, 10 s)	260	°C
ESD 人体模型 (HBM)	3	kV

➤ 输出功率表⁽¹⁾

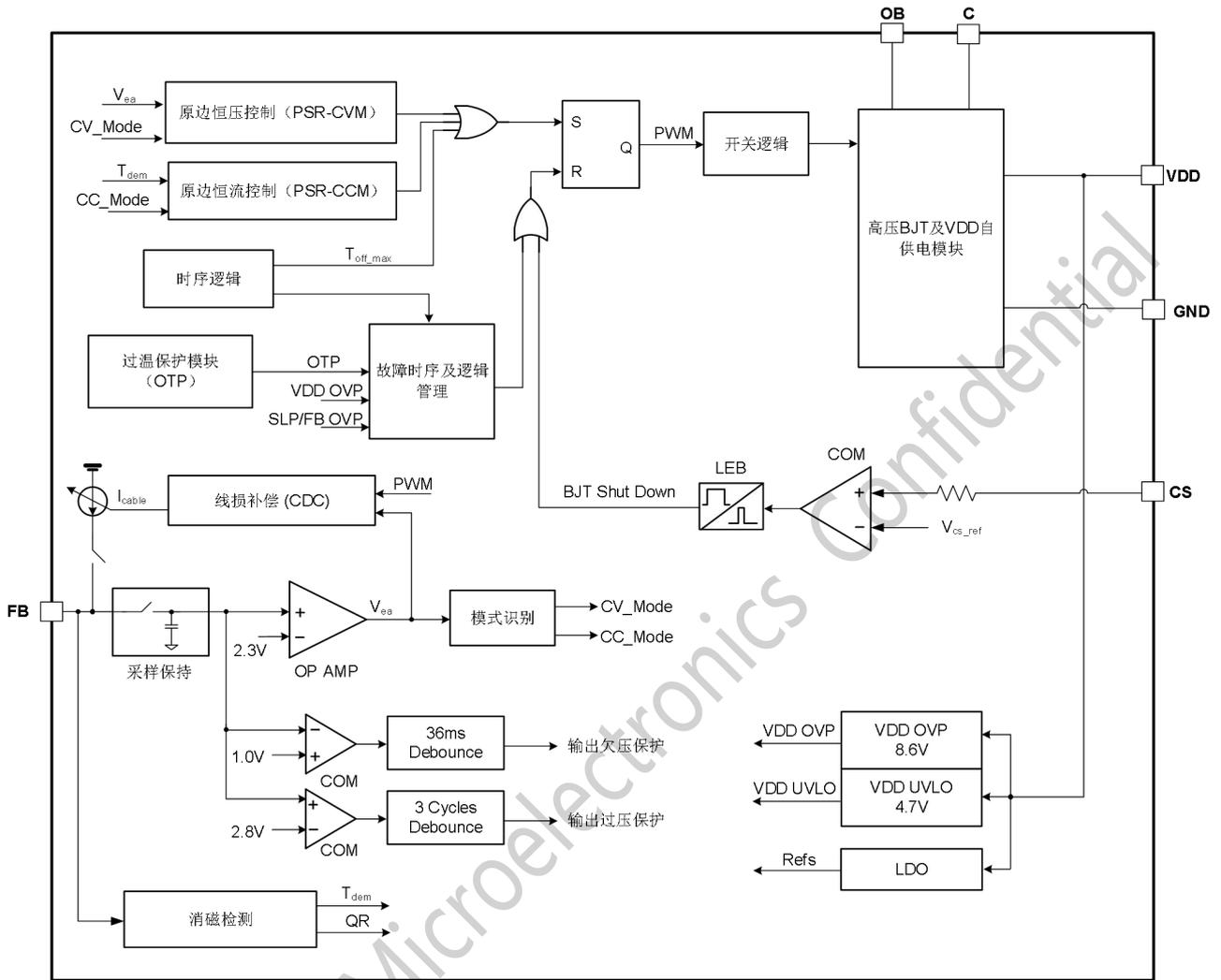
型号	230VAC ± 15% ⁽²⁾	85-265VAC
	适配器 ⁽³⁾	适配器 ⁽³⁾
DP2601D	10W	7.5W

备注1: 最大输出功率受限于芯片结温。

备注2: 230VAC 或 100/115VAC 带倍压器。

备注3: 典型功率测试条件: 环境温度 Ta=50°C, IC Drain 有足够铜皮散热, 适配器全密封不透风。

备注4: 超出列表中极限参数可能会对芯片造成永久性损坏。极限参数为额定应力值。在超出推荐的工作条件和应力的情况下, 器件可能无法正常工作, 所以不推荐让器件工作在这些条件下。过度暴露在高于推荐的最大工作条件下, 会影响器件的可靠性。

内部功能框图


推荐工作条件

参数	数值	单位
工作环境温度	-40 to 85	°C
最高工作频率 @ 满载、反激原边控制	70	kHz
最低工作频率 @ 满载、反激原边控制	35	kHz

电气参数 (TA = 25°C, VDD = 7V, 除非另有说明)

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
供电部分 (VDD 管脚)						
I _{VDD_Op}	VDD 工作电流	V _{FB} =0V, VDD=7V	105	140	175	uA
V _{DD_ON}	VDD 开启电压		5.6	6.1	6.6	V
V _{DD_OFF}	VDD 关断电压		4.2	4.7	5.2	V
V _{DD_OVP}	VDD OVP 阈值		7.8	8.6	9.5	V
快速启动部分 (OB Pin)						
I _{BOP_st}	启动时 BOP 阈值		5	7	9	uA
反馈控制部分 (FB Pin)						
V _{FBREF}	内部误差放大器参考输入		2.27	2.3	2.33	V
V _{FB_SLP}	短路保护阈值			1		V
T _{FB_Short}	短路保护去抖时间			36		ms
V _{FB_OVP}	过压保护阈值			2.8		V
T _{FB_OVP}	过压保护去抖时间			3		Cycle
T _{blank}	消磁屏蔽时间	CC 模式 (备注 5)		3.5		us
		CV 模式 (备注 5)		2		us
T _{off_max}	最长关断时间			2.8		ms
I _{Cable_max}	最大线补电流		7.2	8	8.8	uA
T _{cc} /T _{dem}	CC 模式恒流比例			7/4		
电流采样部分 (CS 管脚)						
T _{LEB}	前沿消隐时间			500		ns
V _{cs(max)}	过流保护阈值最大值			-500		mV
V _{cs(min)}	过流保护阈值最小值			-240		mV
过温保护						

T_{SD}	过热关机	(备注 5)	--	160	--	°C
T_{RC}	热恢复	(备注 5)	--	135	--	°C
功率 BJT 部分 (C管脚)						
V_{CBO}	集电极-基极击穿电压		800			V
I_C	最大集电极电流	DP2601D		1.8		A
$V_{CE(sat)}$	集电极发射极饱和电压	$I_C=1A, I_B=0.25A$		0.25	0.8	V
h_{FE}	直流电流增益		15		30	

备注5: 参数取决于设计, 批量生产制造时通过功能性测试。

功能描述

DP2601D 是一款高性能、多模式且采用断续模式 (DCM) 工作的原边控制器。芯片内高精度的恒流、恒压控制机制结合完备的保护功能，使其适用于小功率离线式电源应用中。

● 系统启动

DP2601D 具有自供电功能，且启动迅速。当 Vbus 电压建立以后，IC 内部的供电模块开始为 VDD 充电。当 VDD 电压超过开启电压（典型值 6.1V），IC 开始检测线电压，如果线电压高于一定的阈值（BOP 阈值），IC 的开关开始动作，使电源产生输出电压；否则，IC 停止工作，VDD 电压逐渐下降，当低于关断电压（典型值 4.7V）后复位。

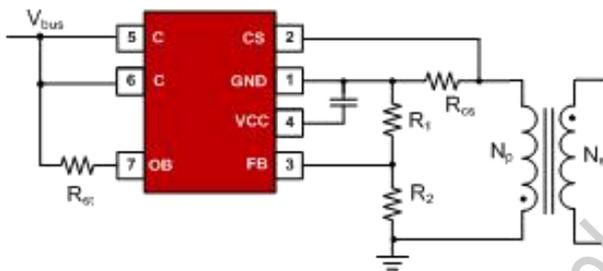


图 1

启动时线电压 VBOP 与 IC BOP 阈值 IBOP 的关系为

$$V_{BOP} = I_{BOP} \times R_{st}$$

其中，Rst 为 C 管脚和 OB 管脚连接电阻，IBOP 典型值为 7uA，如果 Rst 采用 10Mohm 电阻，则 VBOP 为 70Vdc。

● 原边恒压控制 (PSR-CVM)

在原边控制技术中，当原边向副边传输能量时，通过采样原边绕组电压，得到输出电压反馈信号。图 2 展示了 DP2601D 内部 CV 电压采样时序以及关键波形。随着副边电流的续流到零，存在着副边续流二极管导通压降 VF 的降低过程。为了获得高精度的输出电压信息，芯片内的恒压采样模块屏蔽了由于漏感导致的关断时刻的电压振荡。当恒压采样过程结束时，内部的采样保持模块记录下反馈误差并通过内部的误差运

算放大器将其放大。原边恒压控制模块利用误差运算放大器的输出实现高精度的恒压输出。芯片内部恒压输出基准为高精度的 2.3V。

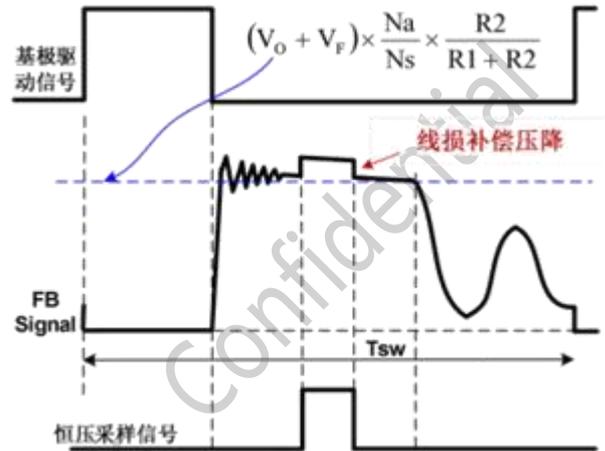


图 2

在恒压采样过程中，DP2601D 内部有一可变电流源从 FB 管脚流出用作线损补偿，如图 2 所示，由此将在 FB 波形上产生一电压阶梯。图 2 也展示了消磁过程中 FB 电压平台的量化关系：

$$V_{FB} = (V_o + V_F) \times \frac{N_a}{N_s} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

其中：Vo 和 VF 分别为输出电压和副边续流二极管导通电压；R1 和 R2 为由原边绕组连接到 FB 管脚的分压电阻；Ns 和 Np 分别为副边绕组和原边绕组匝数。

当系统进入到过载模式后，随着输出电压的降低 FB 电压将降低至内部输出电压基准 2.3V 以下，之后芯片也将自动进入到恒流输出模式中。

● 原边恒流控制 (PSR-CCM)

芯片利用 FB 管脚电压和 CS 管脚电压的时序关系，可以实现高精度的恒流输出控制。如图 3 所示，在恒压输出模式当系统输出功率增加且接近恒流输出控制点时，原边电感电流达到其最大值。

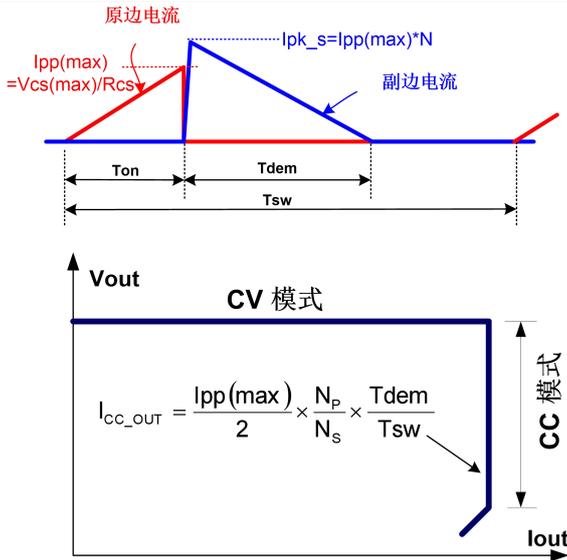


图 3

如图 3 以上所示，原边电感电流、变压器匝比、副边消磁时间 (Tdem) 和开关周期时间 (Tsw) 决定了副边平均输出电流。如果忽略漏感的影响，副边平均输出电流的公式在图 3 已示。当输出电流达到原边恒流控制模块的输出基准时，芯片将进入调频工作模式中，无论输出电压低于恒压输出基准或者具体如何，只要 VDD 电压不低于其关断电压芯片将持续工作。

在 DP2601D 内部，在恒流输出模式中消磁时间 Tdem 与开关周期 Tsw 的比例被严格控制为 4/7。所以实际平均输出电流可以表示为：

$$I_{CC_OUT}(mA) \cong \frac{2}{7} \times N \times \frac{500mV}{Rcs(\Omega)}$$

其中：

N----变压器原边绕组与副边绕组匝数之比。

Rcs----连接于 CS 管脚与 GND 管脚之间的采样电阻。

● 多模式恒压工作

如图 4 所示，为了满足严苛的平均效率和待机功耗要求，DP2601D 采用了调幅控制 (AM) 和调频控制 (FM) 结合的多模式控制技术。

接近满载输出时，系统工作在调频工作模式中；在轻重载条件下，系统工作在调频工作和调幅工作模式中；

当系统接近空载输出时，系统工作在调频模式中以降低待机功耗。

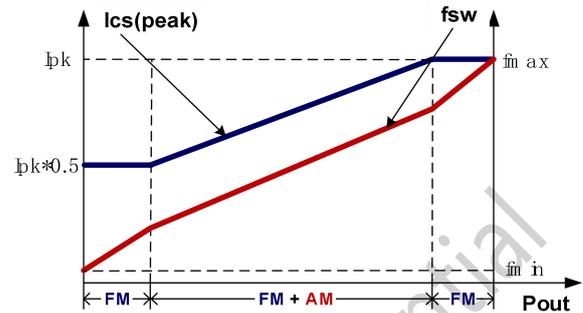


图 4

● 可调式线损补偿 (CDC)

在手机充电器的应用中，电池与充电器之间一般会通过一定长度的电缆相连，由此也将导致输送到电池端的电压产生一定的电压降。如图 5 所示，在 DP2601D 内部存在由线损补偿模块控制的可调式电流源流出到与 FB 管脚相连的分压电阻上并产生一定的电压偏置信号。此电流正比于开关周期，而反比于输出功率，所以在电缆上的电压降可以被补偿掉。随着负载功率的降低，在 FB 上的偏置电压将逐渐提高。通过调节分压电阻 R1 和 R2 的阻值可以调节实际补偿量的大小。最大的线补电压与输出电压基准的比例如下：

$$\frac{\Delta V(\text{cable})}{V_{out}} \approx \frac{I_{\text{cable_max}} \times (R1//R2)}{V_{FB_REF}} \times 100\%$$

比如：R1=6KΩ、R2=240KΩ，则：

$$\frac{\Delta V(\text{cable})}{V_{out}} \approx \frac{8u \times (240k//6k)}{2.3} \times 100\% = 2.04\%$$

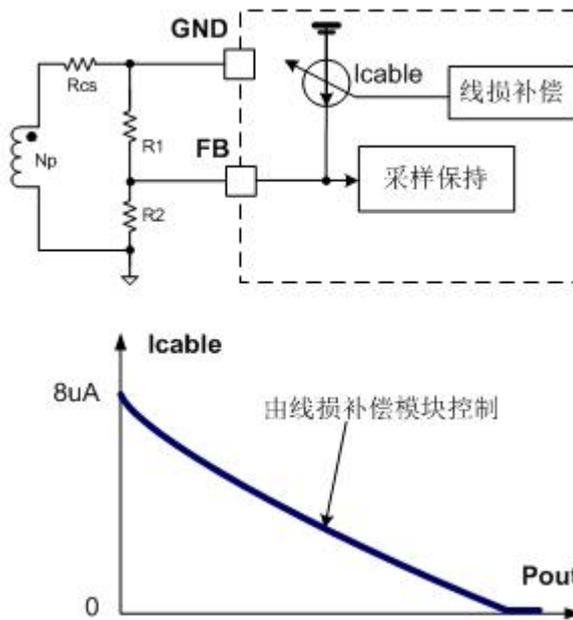


图 5

- **无异音工作**

如上所述，在恒压输出模式中芯片采用了调频控制与调幅控制结合的多模式控制技术，同时在 CS 管脚有一电流源流出调节 CS 电压信号。利用以上技术，DP2601D 可实现由满载到空载全程无异音工作。

- **短路保护 (SLP)**

在 DP2601D 内部，输出电压通过 FB 管脚实时采样并与欠压保护阈值 (典型值 1.0V) 相比。

当采样到的 FB 电压低于 1.0V 且持续时间超过 36ms 时，芯片将进入到短路保护模式，并自动重启。

- **过压保护 (OVP)**

在 DP2601D 内部，输出电压通过 FB 管脚实时采样并与过压保护阈值 (典型值 2.8V) 相比。

当采样到的 FB 电压高于 2.8V 且持续 3 个周期时，芯片将进入到过压保护模式，并自动重启。

- **VDD 过压保护 (OVP) 和箝位**

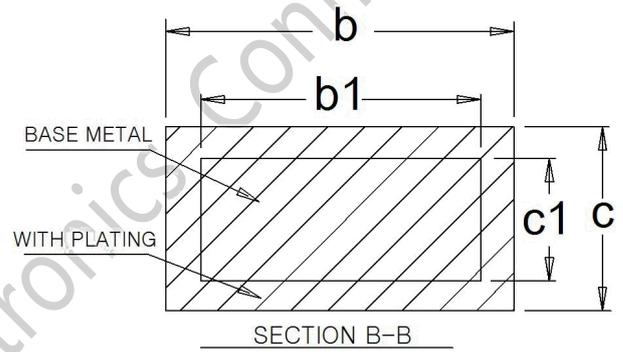
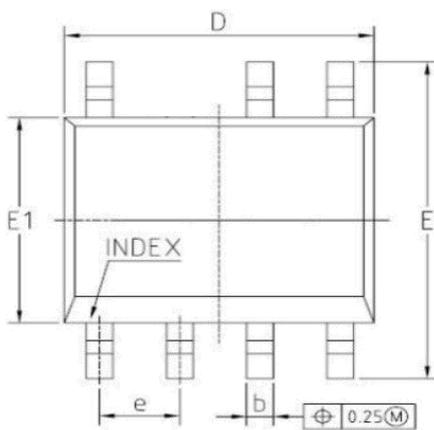
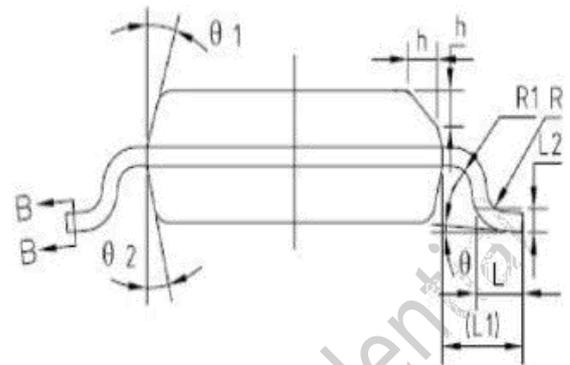
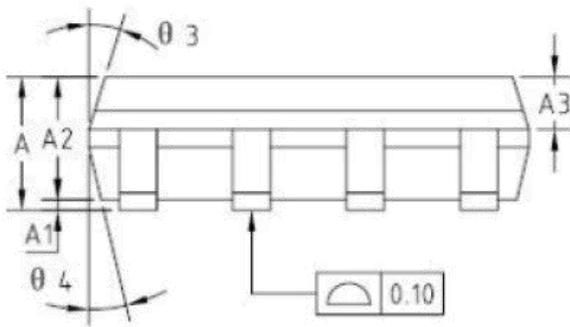
当 VDD 电压超过 8.6V (典型值) 时，芯片立即停止开关动作。之后将导致 VDD 下降，当 VDD 电压低于关断电压 VDD_OFF (典型值 4.7V) 时，系统将重新启动。

- **过温保护 (OTP)**

当芯片结温超过 160°C, 芯片停止开关动作，VDD 不断重启；直到芯片结温低于 135°C 时，芯片才能恢复开关动作。

封装尺寸

SOP7



Symbol	Dimensions in Millimeters		
	Min	Nom	Max
A	1.45	1.55	1.65
A1	0.10	0.15	0.20
A2	1.353	1.40	1.453
A3	0.55	0.60	0.65
b	0.38	-	0.51
b1	0.37	0.42	0.47
c	0.17	-	0.25
c1	0.17	0.20	0.23
D	4.85	4.90	4.95
E	5.85	6.00	6.15
E1	3.85	3.90	3.95
e	1.245	1.27	1.295
L	0.45	0.60	0.75
L1	-	1.050REF	-
L2	-	0.250BSC	-
θ1-θ4	12° REF		
h	0.40REF		
R	0.15° REF		
R1	0.15° REF		



修订历史

版本	修订日期	修订人	修订内容
A.0	2025.6.6	AE	首版发行

Developer Microelectronics Confidential

重要声明

德普微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。客户在下订单前应联系德普微获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的本公司销售条款与条件。

德普微会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权。

本产品规格书未包含任何针对德普微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，德普微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德普微或任何第三人知识产权做任何明示或暗示保证，德普微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。

德普微对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用本公司的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

针对本规格书所披露的内容，在未获得德普微的授权下，任何第三方不得使用、复制、转换，一经发现本公司必依法追究其法律责任，并赔偿由此对本公司造成的一切损失。

请注意在本资料记载的条件范围内使用产品，特别请注意绝对最大额定值、工作电压范围和电气特性等。因在本资料记载的条件范围外使用产品而造成的故障和(或)事故等的损害，本公司对此概不承担任何责任。

本公司一直致力于提高产品的质量和可靠度，但所有的半导体产品都有一定的失效概率，这些失效概率可能会导致一些人身事故、火灾事故等。当设计产品时，请充分留意冗余设计并采用安全指标，这样可以避免事故的发生。

使用本公司的 IC 生产产品时，如因其产品中对该 IC 的使用方法或产品的规格，或因进口国等原因，包含本 IC 产品在内的制品发生专利纠纷时，本公司概不承担相应责任。