

## 概述

DX2451 是一款内部集成有高边高压功率 MOSFET 管的高频率(2MHz)降压型开关稳压器。提供单路最大 0.6A 高效率输出，以电流模式控制方式达到快速环路响应。

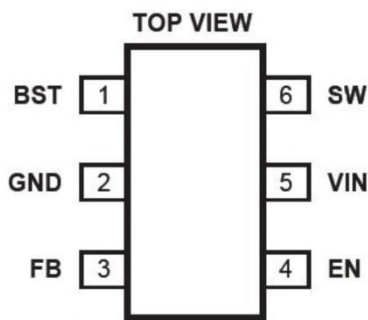
宽范围输入电压 (3.3V 至 36V) 可在移动环境输入的条件下实现各种降压型电源变换的应用。1uA 的关机静态电流适合电池供电场合的应用。

轻载条件下，通过降低开关频率减小开关和门驱动的损失，实现宽负载范围内高效率的功率转换。

频率对折技术有助于防止电感电流在启动时的失控。

热关机提供可靠、容错操作。电路封装 SOT23-6。

## 管脚图



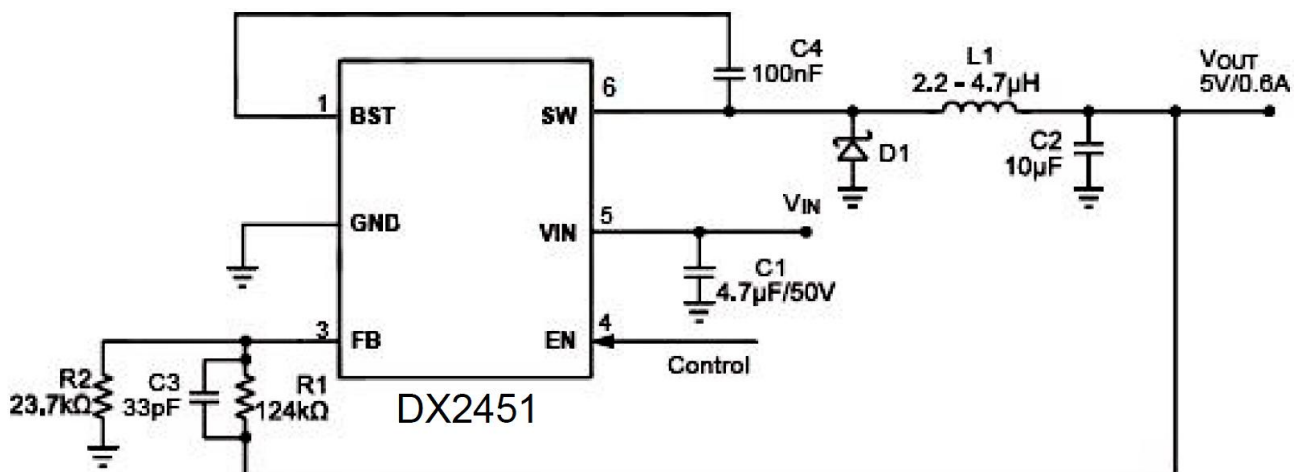
## 特点

- ◆ 230uA 工作静态电流
- ◆ 3.3V 至 36V 宽工作电压范围
- ◆ 500mΩ 的内部功率 MOSFET
- ◆ 2MHz 固定开关频率
- ◆ 内部补偿
- ◆ 陶瓷输出电容稳压
- ◆ 内部软启动
- ◆ 无采样电阻的精密电流限制
- ◆ >90%的效率
- ◆ 输出从+0.8V 到 0.8x Vin 可调
- ◆ 低关机模式电流:<1uA
- ◆ 封装: SOT23-6

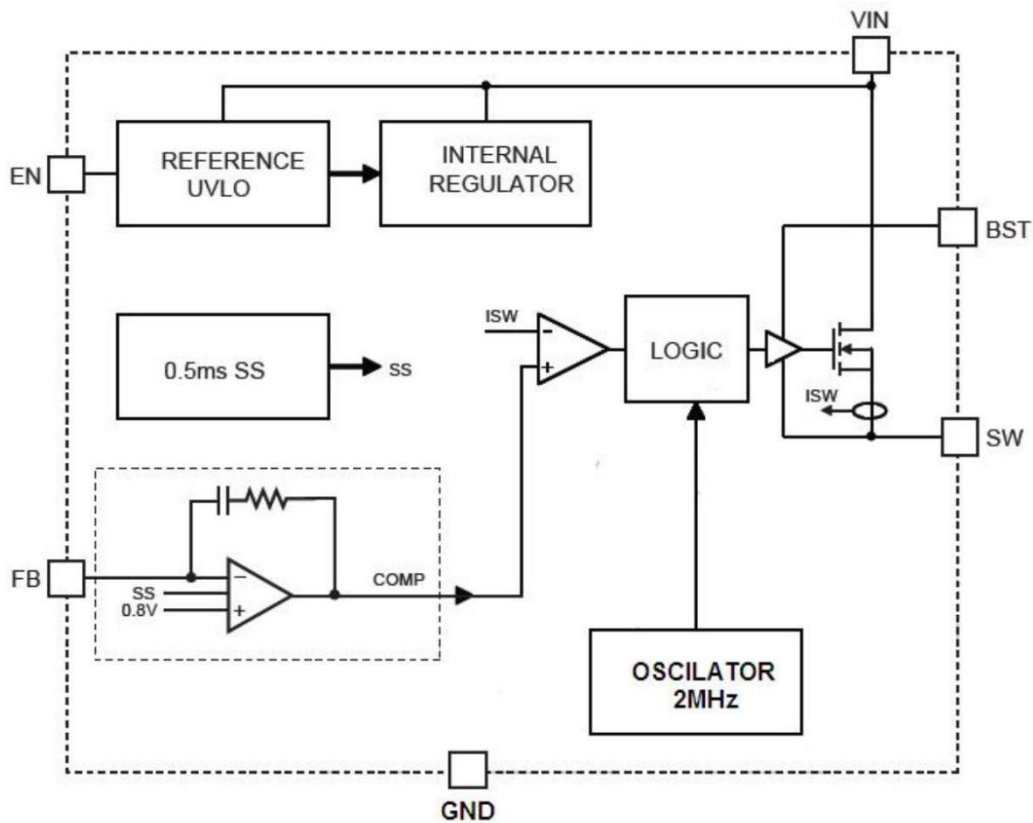
## 应用领域

- ◆ 高电压功率转换
- ◆ 汽车系统
- ◆ 工业电力系统
- ◆ 分布式电力系统
- ◆ 电池供电的系统

## 典型应用



## 内部功能框图



## 管脚说明

管脚序号	管脚名称	管脚说明
1	BST	自举脚, 内部浮动高边 MOSFET 驱动管的正电源极, 在该脚与 SW 之间连接一个旁路电容。
2	GND	接地脚, 它的连接尽可能接近输出电容, 避开高电流开关路径。
3	FB	反馈, 误差放大器的输入, 一个连接输出和接地的外部电阻分压器与内部+0.8V 的参考比较以设置稳压电压。
4	EN	使能输入, 把该脚电压拉到低于指定的门限将关闭芯片, 拉到高于指定的门限使芯片工作; 悬空芯片关闭。
5	VIN	电源输入, 所有内部控制电路供电, 包括开关管, 需要接一去耦电容到地以减少开关尖峰。
6	SW	开关脚, 这是高边开关输出, 需要就近接一个低 VF 的肖特基二极管到地以减少开关尖峰。

## 订购信息

订购型号	封装形式	包装方式		卷盘尺寸
		管装	编带	
DX2451	SOT23-6	30000 只/箱	3000 只/盘	7 寸



## 极限参数

若无特殊说明,  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 。

项目	范围
电源电压( $V_{IN}$ )	-0.3V to 40V
Switch 电压 ( $V_{SW}$ )	-0.3V to $V_{IN(MAX)}+0.3V$
BST to SW	-0.3 to 6.0V
其它管脚	-0.3V to 5.0V
连续功耗( $T_A=+25^{\circ}\text{C}$ )	0.57W
结点温度	150 $^{\circ}\text{C}$
引脚温度	260 $^{\circ}\text{C}$
存储温度	-65 $^{\circ}\text{C}$ to 150 $^{\circ}\text{C}$

## 推荐工作条件

项目	范围
电源电压 $V_{IN}$	3.3V to 36V
输出电压 $V_{OUT}$	+0.8V to 0.8* $V_{IN}$
工作结温( $T_J$ )	-40 $^{\circ}\text{C}$ to +125 $^{\circ}\text{C}$

## 电气工作参数

$V_{in}=12V$ ,  $V_{en}=2V$ ,  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ , 特殊条件除外。

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
Vfb	反馈电压	4.0< $V_{in}$ <36V	0.778	0.794	0.810	V
		3.3< $V_{in}$ <4.0V	0.770	0.794	0.818	V
Rsw	开关导通电阻	$V_{bst}-V_{sw}=5V$		500		m $\Omega$
Iswleak	开关漏电流	$V_{en}=0V$ , $V_{sw}=0V$		0.1	1	$\mu\text{A}$
Ilim	极限电流			1		A
Gcs	跨导	COMP to SENSE		3		A/V
$V_{in\ min}$	最小工作电压			3.3		V
$V_{in(UVLO)}$	欠压门限		2.7		3.2	V
$V_{in(UVLO)hys}$	欠压回差			0.4		V
Tss	软启动时间	FB 从 0 到 1.8V		0.5		msec
Fosc	震荡频率		1.6	2.0	2.4	MHz
Ton min	最小开关打开时间			100		ns
Isd	关机电源电流	$V_{en}<0.3V$		3	15	$\mu\text{A}$
Isq	静态电流	Vfb=0.9V, 空载		130		$\mu\text{A}$
Temp	热关机			150		$^{\circ}\text{C}$
Venh	En 高电平		1.4	1.55	1.7	V
En hys	En 回差			0.3		V

## 功能表述

DX2451 是一款 2 MHz 震荡频率、非同步、内部集成有高边高压功率 MOSFET 的降压型开关稳压电路。采用电流模式控制，提供带有内部补偿的单路 0.6A 的高效输出。它具有宽输入电压范围，内部软启动控制和精密电流限制。非常低的静态工作电流适合使用电池供电的应用场合。芯片具有过温调节等功能，提升系统应用可靠性。

### PWM 控制

在中等到大的输出电流情况下，电路工作在频率固定、峰值电流控制的模式来调节输出电压。PWM 周期由内部时钟产生，功率 MOSFET 在其电流到达 COMP 电压设定值之前，一直保持打开。功率管关闭时，在下一周期开始之前它保持关闭至少 100ns。在一个 PWM 周期中，如果 MOSFET 管中的电流没有达到 COMP 设置的电流值，功率 MOSFET 将保持打开状态，省掉了一个开关操作。

### 脉冲跳跃模式

在轻载时，电路进入脉冲跳跃模式以提高轻载效率。脉冲跳跃的判定是基于它内部的 COMP 电压。如果 COMP 端低于内部睡眠阈值，生成一个暂停命令以阻止打开时钟脉冲，因而功率 MOSFET 不能按指令打开，可节省驱动和开关损耗。这个暂停命令还将使整个芯片进入睡眠模式，消耗非常低的静态电流以进一步提高轻载效率。

当 COMP 电压高于睡眠阈值，暂停信号复位，芯片回到正常的 PWM 操作。每次当暂停指令从低到高更改状态，马上生成一个打开信号打开功率 MOSFET。

### 误差放大器

误差放大器是由一个内部运算放大器与连接在其输出端(内部 COMP 节点)与负输入端(FB) 之间的电阻-电容反馈网络组成。当 FB 低于其内部参考电压(REF)，COMP 输出被运放驱动的更高，导致更高的开关峰值电流输出，因此更多的能量传递到输出，反之亦然。

通常，FB 连接到一个由 RUP 和 RDN 组成的分压器，其中 RDN 连接 FB 和地，而 RUP 是连接电压输出节点和 FB 之间。同时 RUP 与内部补偿 RC 网络一起控制误差放大器的增益。

### 内部稳压源

大部分内部电路由内部 2.6V 稳压源供电。该稳压源输入为 VIN 并工作在全 VIN 范围。当 VIN 大于 3.0V，稳压器正常输出。当 VIN 低于时，输出也降低。

### 使能控制

电路有一专门的使能控制端 EN。当 VIN 足够高时，芯片可以通过 EN 端启用和禁用。高电平有效。阈值下限 1.4V。回差 0.4V。悬空时，EN 端内部拉到地，芯片是禁用的。当 EN 拉到 0V，芯片进入最低的关机电流模式。当 EN 高于零但低于其阈值，芯片仍处关机模式但关机电流稍有增加。

### 欠压锁定(UVLO)

输入电压的欠压锁定(UVLO)是保护芯片以免工作在电源电压不足的情况下。

## 内部软启动

采用软启动是为了防止转换器输出电压在启动时过冲。当芯片启动时，内部电路产生一个从 0V 开始，由软启动时间设定的，上升速度缓慢的软启动电压(SS)。当它低于内部参考 REF，SS 为主，误差放大器用 SS 代替 REF 作为参考。当 SS 高于 REF，REF 为主。SS 还与 FB 关联。SS 可以远低于 FB，但只能略高于 FB。如果 FB 意外下跌，SS 也将跟踪 FB 下跌，这个功能是为了对付短路恢复情况而设计的。当短路消除，SS 斜坡上升就如同是一个重新开始的软启动过程，防止了输出电压过冲。

## 热关机

热关机是为了防止芯片过热跑飞。当芯片温度高于其上限值，将关闭了整个芯片。当温度低于下限阈值，热关机消除，芯片重新启用。

## 悬浮驱动器和自举充电

悬浮的功率 MOSFET 驱动器由一个外部自举电容提供电源。这个悬浮驱动器有其自己的 UVLO 保护。该 UVLO 的打开阈值约是 2.4V，回差大约 300 mV。在 UVLO 期间，SS 电压复位为零。当 UVLO 移除，控制器开始软启动过程。

自举电容由内部自举稳压源充电并保持在约 5V。当 BST 和 SW 之间电压低于稳压值，一个连接 VIN 到 BST 的 PMOS 开关管打开，充电电流从 VIN，BST 然后到 SW。

## 外部电路应该提供足够的电压余量来促进充电。

只要 VIN 比 SW 足够高，自举电容就可以充电。当功率 MOSFET 开通时，VIN 约等于 SW，所以自举电容不能被充电。在外部续流二极管打开时，VIN 到 SW 的差值最大，是充电的最佳期。在电感中没有电流时，SW 等于输出电压 VOUT，VIN 和 VOUT 之间的电压可用于向自举电容充电。在较高占空比工作状态下，自举电容充电的时间减少，自举电容可能不能有效充电。

在外部电路没有足够的电压和时间对自举电容进行充电时，在正常工作范围内，额外的外部电路可以用来确保自举电压。

## 悬浮驱动器的 UVLO 不会传送到控制器。

悬浮驱动器的直流静态电流大约 20 个 uA。确保 SW 端的供给电流高于这个数。

## 电流比较器和电流限制

功率 MOSFET 电流通过一个电流采样 MOSFET 准确地采样。然后送到高速电流比较器作为电流模式控制之用。该采样电流作为电流比较器的输入之一。当功率 MOSFET 打开时，比较器先是消隐然后导通以回避噪音。然后，比较器比较电源开关电流与 COMP 电压，当采样电流高于 COMP 电压，比较器输出低，关闭功率 MOSFET。内部功率 MOSFET 的最大电流由内部逐周期限制。

## 启动和关机

当 VIN 和 EN 都高于他们对应的阈值，芯片开始工作。参考电源部分首先启动，产生稳定的参考电压和电流。然后内部稳压源开始启用，该稳压源为其余的电路提供稳定的电压。当内部电压到达上轨时，一个内部计时器将功率 MOSFET 保持关闭 50us 以防止开机波动。内部软启动部分开始工作，它先保持 SS 输出低，确保其余的电路准备好，然后慢慢增大。

三种情况将关闭芯片：EN 低，VIN 低，热关机。在关机顺序中，信号通路先封锁以避免任何故障

触发。然后 COMP 电压和内部电源电压下降。浮动驱动器不受制于这个关机命令，但其充电路径被禁用了。

## 元器件选择

### 设定输出电压

输出电压由接到 FB 端的输出电压的分压器的电压设定，反馈的分压比依式：

$$V_{FB} = \frac{V_{OUT} * R2}{(R1 + R2)}$$

反馈电阻 R1 还同内部补偿电容一齐设定反馈环路带宽，选 R1 约 124K 以得到最佳传输响应。

### 电感

在输入开关电压时，电感用于为输出负载提供连续的电流，大的电感可得到较低的输出纹波。不过体积会较大、大的串联电阻和较低的饱和电流。通常，电感的选择是电感中电流峰峰值为最大负载电流的 30%。同时使峰值电流小于最大开关电流，在最大电感峰值下不会饱和。

### 输入电容

输入电容器 (C1) 可以是电解、钽或陶瓷电容。当使用电解或钽电容时，需用一小的陶瓷电容器，例 0.1uF 就近放置在电路旁。当使用陶瓷电容，确保他们有足够的电容值防止输入过度的电压纹波。

### 输出电容

输出电容器 (C2) 用来保持输出直流电压。推荐采用低 ESR 的电解电容器以保持低的输出电压纹波。输出电容器的特性会影响稳压系统的稳定性。

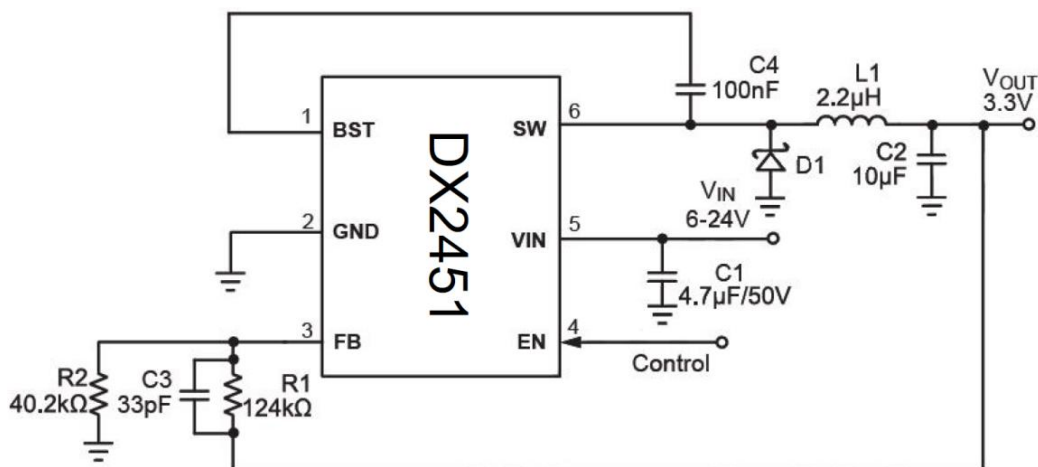
### 补偿元件

设计的目标是拟定转换器的传递函数以得到一个理想的环路增益。并达到快速瞬态响应和良好的稳定性。

### 典型应用方案

#### ◆ 方案一

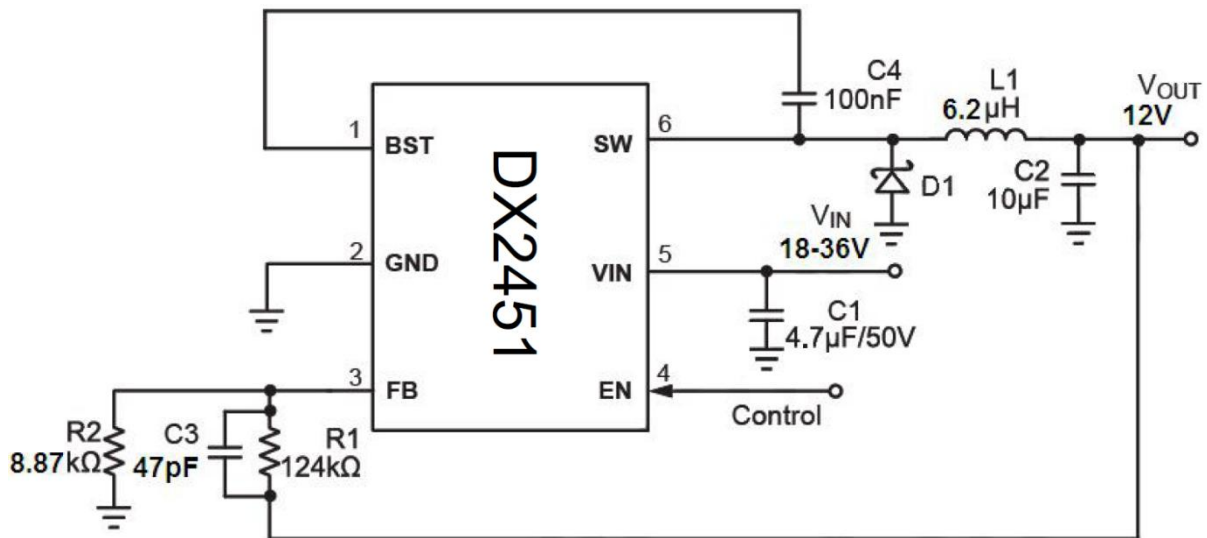
#### 3.3V 输出应用方案





◆ 方案二

12V 输出应用方案



PCB 布局

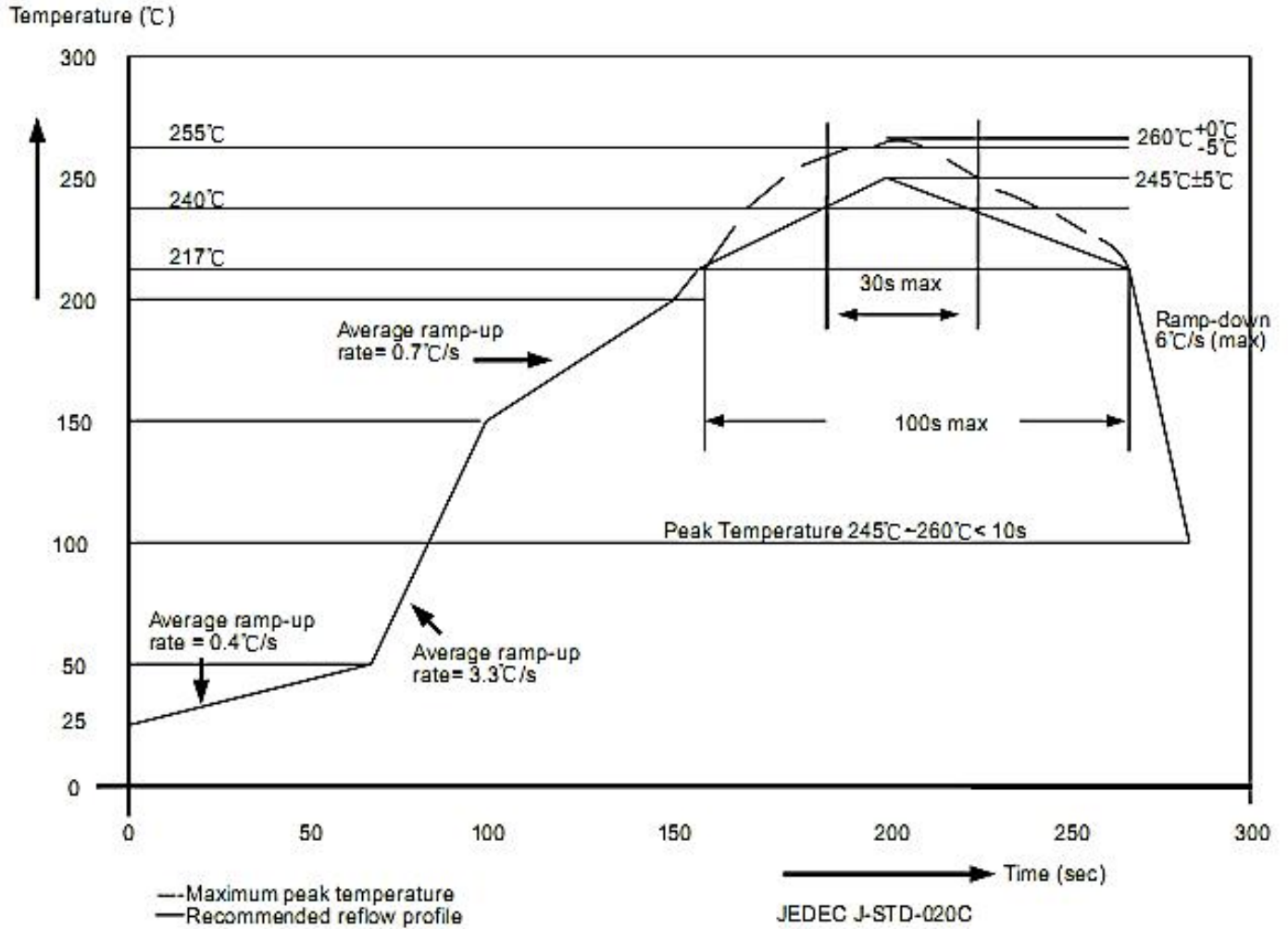
PCB 布局对电路实现稳定工作非常重要，以下建议供参考：

- 1) 开关电流路径尽量短，输入电容、高边 MOSFET 和外部开关二极管形成的环路区域尽量小。
- 2) 旁路陶瓷电容靠 VIN 端就近放置。
- 3) 所有反馈电路连接需短而直接，反馈电阻和补偿元件尽可能靠近芯片。
- 4) SW 路线远离敏感的模拟区域，如 FB。
- 5) SW、IN、特别是地要分别连到一个大面积覆铜区域，以冷却芯片、改进热性能和加强长期的可靠性。



## 封装焊接制程

所生产的半导体产品遵循欧洲 RoHs 标准，封装焊接制程锡炉温度符合 J-STD-020 标准。



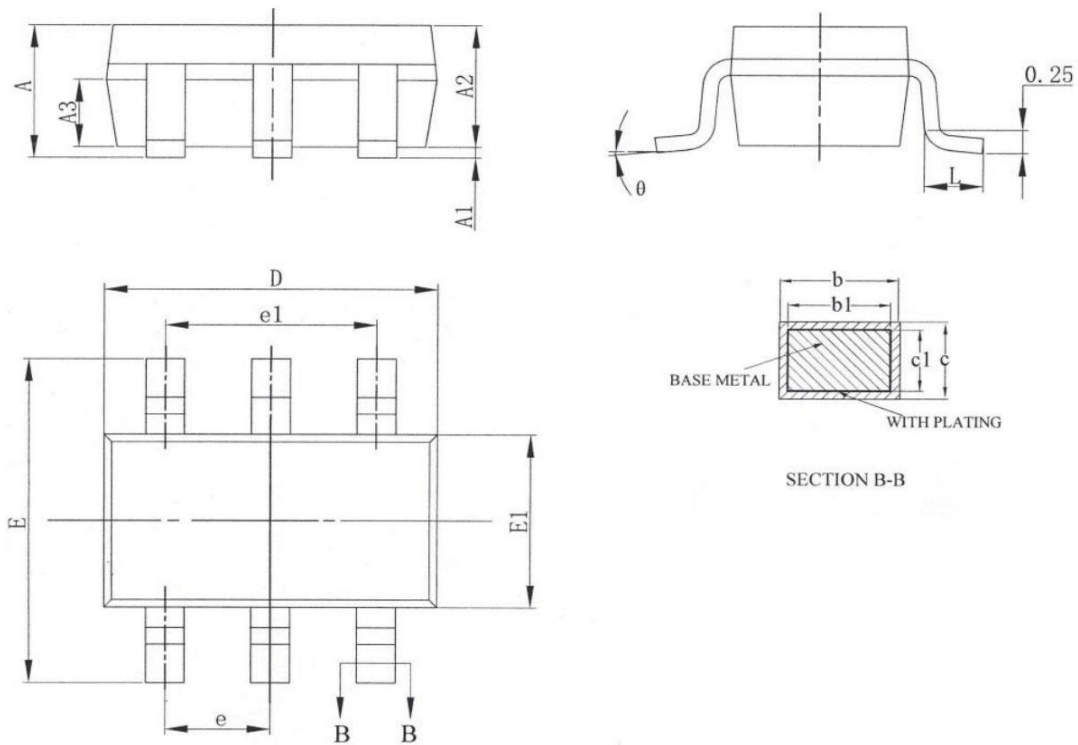
封装厚度	体积 mm <sup>3</sup> < 350	体积 mm <sup>3</sup> : 350-2000	体积 mm <sup>3</sup> ≥ 2000
<1.6mm	260+0°C	260+0°C	260+0°C
1.6mm-2.5mm	260+0°C	250+0°C	245+0°C
≥2.5mm	250+0°C	245+0°C	245+0°C





## 封装形式

SOT23-6



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	--	--	1.25
A1	0.04	--	0.10
A2	1.00	1.10	1.20
A3	0.55	0.65	0.75
b	0.38	--	0.48
b1	0.37	0.40	0.43
C	0.11	--	0.21
C1	0.10	0.13	0.16
D	2.72	2.92	3.12
E	2.60	2.80	3.00
E1	1.40	1.60	1.80
e	0.95BSC		
e1	1.90BSC		
L	0.30	--	0.60
θ	0	--	8°