

特性

- 输入电压范围：2.6V~5.5V
- 可调输出电压高达 12V
- 内置 0.2Ω 低导通阻抗的功率开关
- 固定的 PWM 切换频率：1MHz
- 精确的反馈参考电压：0.6V (±2%)
- 超低的关断电流：0.1μA
- 嵌入式环路频率补偿
- 通过外部电阻 R_{OC} 设置可编程的 OCP 阈值
- 完整的保护功能：软启动、欠压锁定 (UVLO)、过流保护 (OCP)、过温保护 (OTP) 和过压保护 (OVP)
- 封装类型：6-pin SOT23

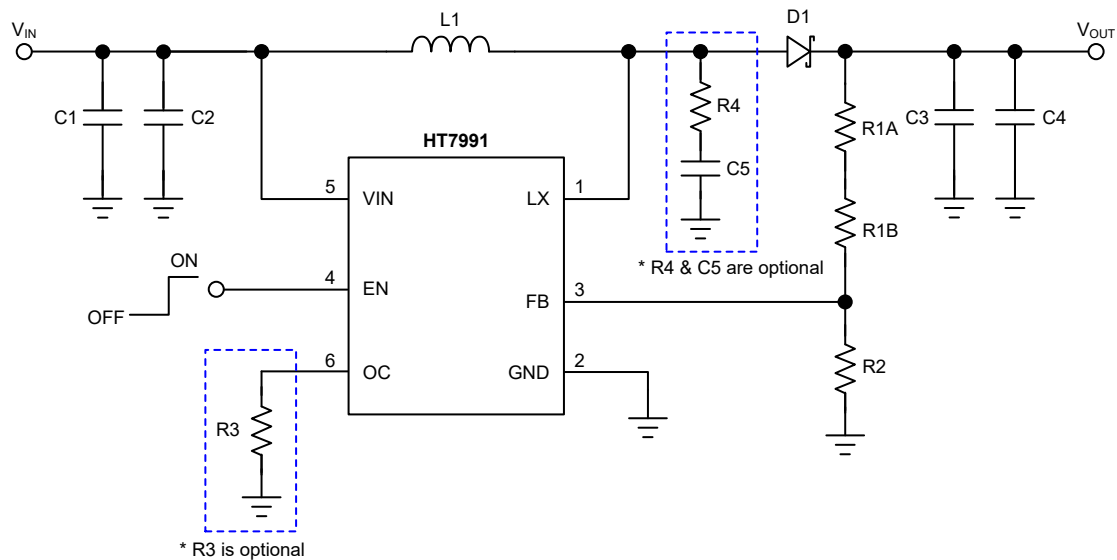
应用领域

- 所有单节锂电池或双节电池应用
- 便携式设备 / 手持设备

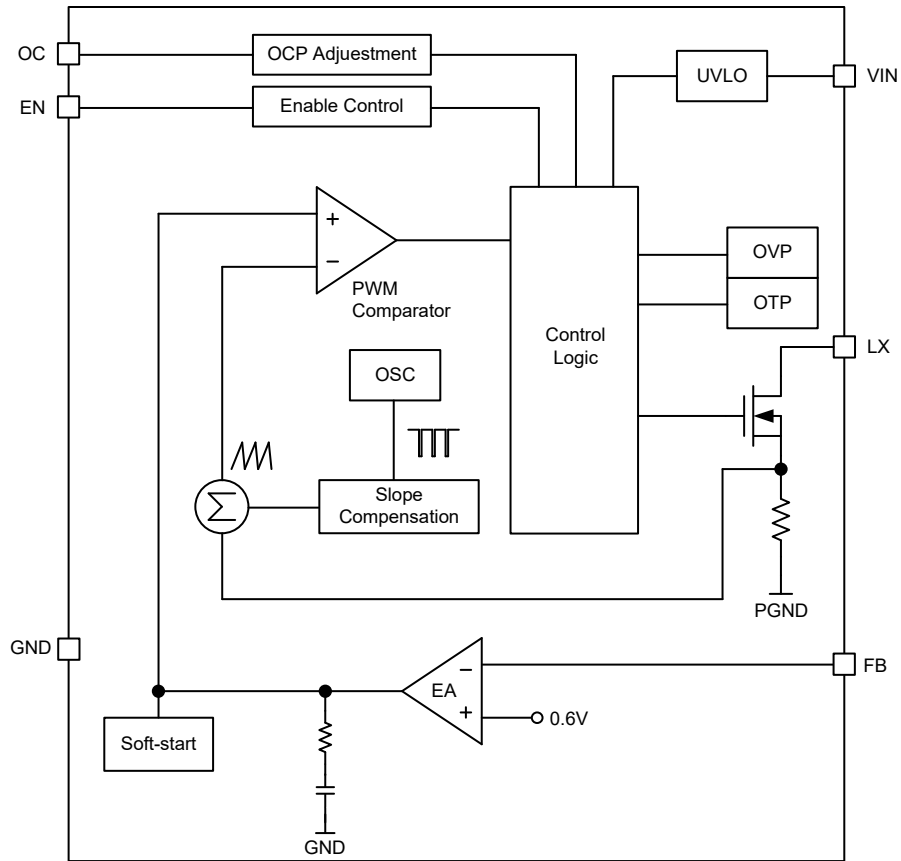
概述

HT7991 是一款电流模式的异步升压型 DC-DC 转换器。完全集成的功率 MOSFET 晶体管还带有一个 0.2Ω 的漏源电阻，确保了设备电源的高效率。选择固定 1MHz 的切换频率可以允许在应用电路中使用更小的电感。转换器启动时，误差放大器的正相输入端会被连接到内部精确的 0.6V/±2% 参考电压，而软启动功能会降低期间的浪涌电流。HT7991 采用 6-pin SOT23 封装。

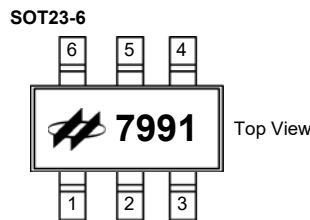
应用电路



方框图



引脚图



引脚说明

引脚顺序	名称	类型	引脚说明
1	LX	O	功率开关输出
2	GND	G	接地端
3	FB	I	误差放大器的反相输入端
4	EN	I	使能控制 – 高电平有效
5	VIN	P	电源输入
6	OC	I	通过连接一个外部电阻到地的可调节电流限制

极限参数

参数	数值	单位
V _{IN}	-0.3~+6	V
LX	-0.3~+17	V
其它引脚	+6	V
功耗	455	mW
最大结点温度	+150	°C
储存温度范围	-65~+150	°C
焊接温度 (焊接 10sec)	+260	°C
ESD 敏感性	人体模型	2000
	机器模型	200
结点到环境的的热阻, θ_{JA}	220	°C/W

建议工作范围

参数	数值	单位
V _{IN}	2.6~5.5	V
工作温度范围	-40~+85	°C

注：超过极限参数所规定的范围将对芯片造成损害。建议工作范围表明了芯片正常工作的范围，但特殊情况除外。

电气特性

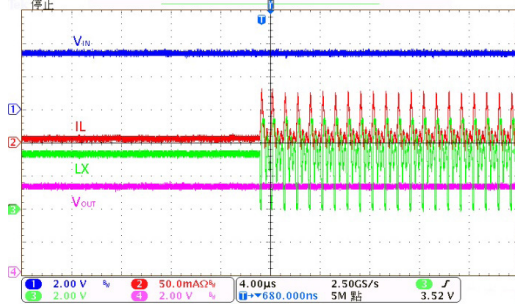
V_{IN}=3.3V, T_A=+25°C, 除非另有规定

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源电压						
V _{IN}	输入电压范围	—	2.6	—	5.5	V
I _Q	静态电流 — 未切换	V _{FB} =0.66V	—	210	—	μA
I _{IN}	电源电流 — 切换	V _{FB} =0.55V	—	1.5	—	mA
I _{SHDN}	关断电流	V _{IN} =2.4V, V _{EN} =0V	—	0.1	1	μA
升压转换器						
V _{OUT}	输出电压范围	—	3	—	12	V
f _{sw}	切换频率	V _{FB} =0.5V	0.8	1.0	1.2	MHz
	切换频率变化率	V _{IN} =2.6V~5.5V	—	5	—	%/V
D _{MAX}	最小占空比	—	—	90	—	%
R _{DS}	内部功率 MOSFET 的漏源电阻, R _{DS(ON)}	I _{LX} =2A	—	0.2	—	Ω
I _{SWL}	驱动器的漏电流	V _{EN} =0V, V _{LX} =12V	—	0.1	1	μA
V _{FB}	反馈电压	—	0.588	0.6	0.612	V
	输出电压线性调整率	V _{IN} =2.6V~5.5V	—	0.2	—	%/V
V _{EN}	EN 高电压阈值	—	1.2	—	—	V
V _{EN}	EN 低电压阈值	—	—	—	0.4	V
保护功能						
V _{UVLO}	输入电源开启的电压电平	UVLO+	—	2.2	—	V
	UVLO 迟滞	—	—	100	—	mV
I _{OC}	过流保护阈值	OC 引脚浮空 (默认)	—	2.5	—	A

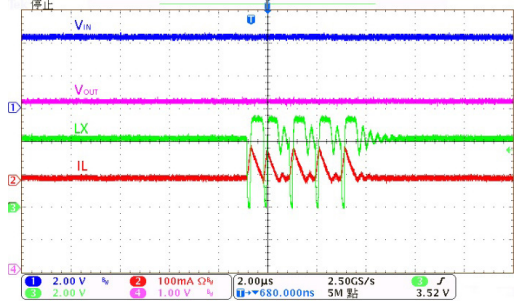
符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
V_{OVP}	输出过压阈值	OVP	—	—	17	V
t_{OTP}	热关断阈值	OTP	—	150	—	°C
t_r	热采温度	—	—	125	—	°C

典型性能特性

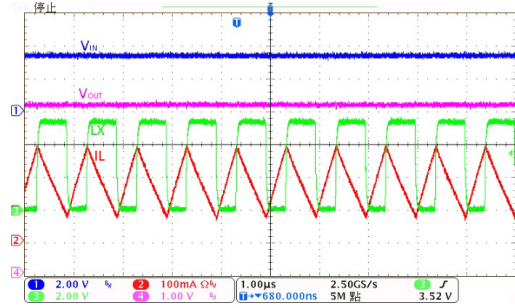
$V_{IN}=3.3V, V_{OU}=5V, C_{IN}=47\mu F+0.1\mu F, C_{OUT}=47\mu F+0.1\mu F, L=3.3\mu H, T_A=25^\circ C$, 除非另有说明



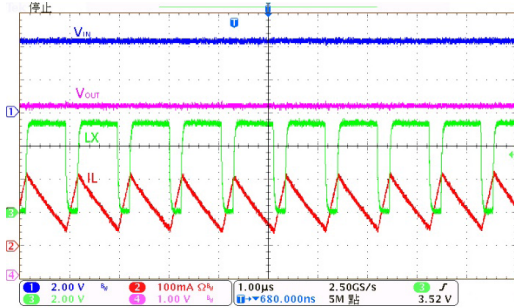
稳定状态: $V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0A$



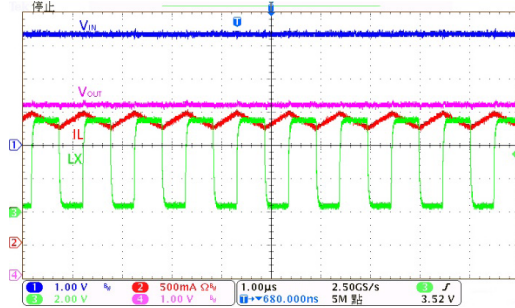
稳定状态: $V_{IN}=4.2V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0A$



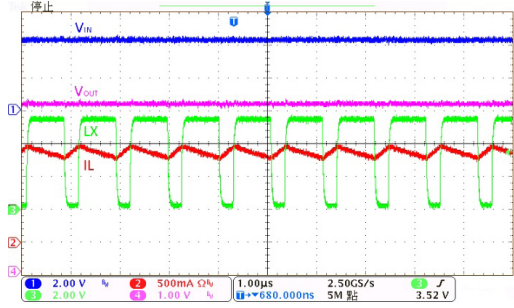
稳定状态: $V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.1A$



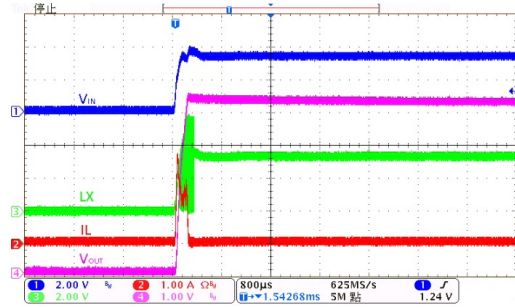
稳定状态: $V_{IN}=4.2V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.1A$



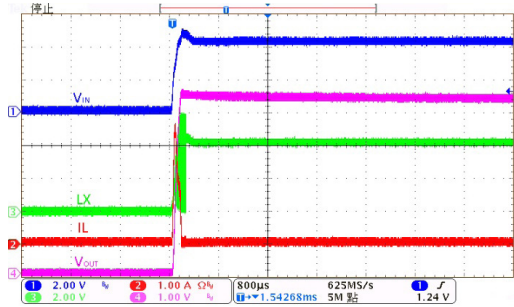
稳定状态: $V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=1.0A$



稳定状态: $V_{IN}=4.2V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=1.0A$

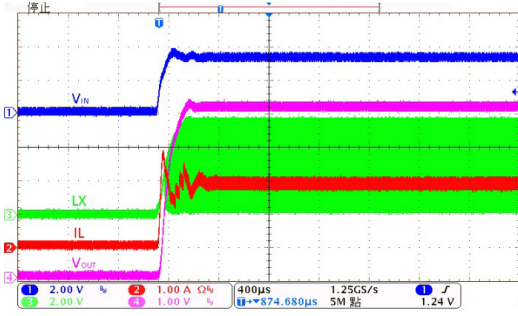


从 V_{IN} 启动: $V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0A$

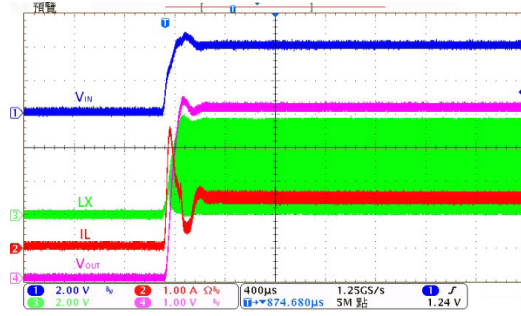


从 V_{IN} 启动: $V_{IN}=4.2V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0A$

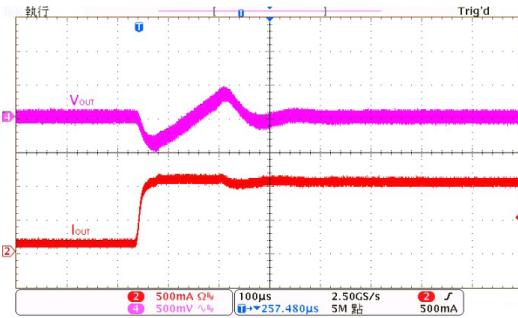
$V_{IN}=3.3V$, $V_{OUT}=5.0V$, $C_{IN}=47\mu F+0.1\mu F$, $C_{OUT}=47\mu F+0.1\mu F$, $L=3.3\mu H$, $T_A=25^\circ C$, 除非另有说明



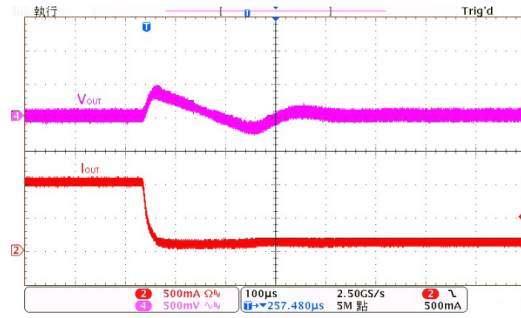
从 V_{IN} 启动: $V_{IN}=3.3V$, $V_{OUT}=5.0V$, $I_{OUT}=1.0A$



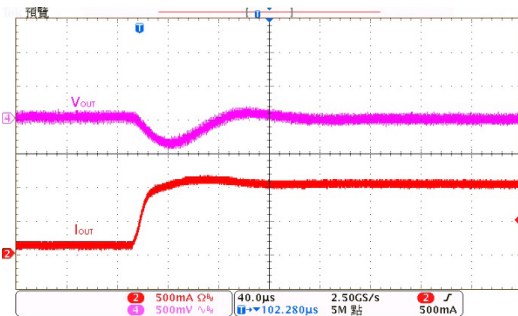
稳定状态: $V_{IN}=4.2V$, $V_{OUT}=5.0V$, $I_{OUT}=1.0A$



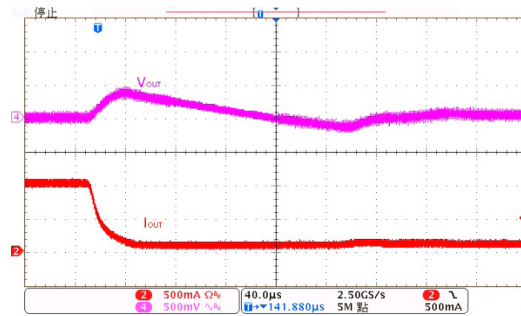
负载瞬态: $V_{IN}=3.3V$, $V_{OUT}=5.0V$,
 $I_{OUT}=0.1A \rightarrow 1.0A$



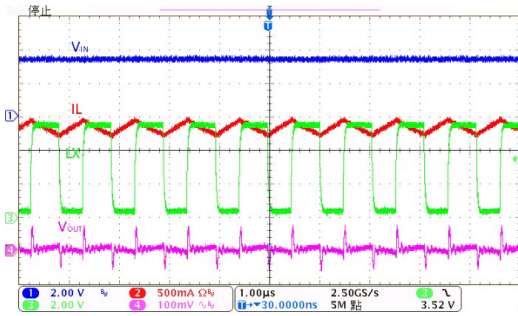
负载瞬态: $V_{IN}=4.2V$, $V_{OUT}=5.0V$,
 $I_{OUT}=0.1A \rightarrow 1.0A$



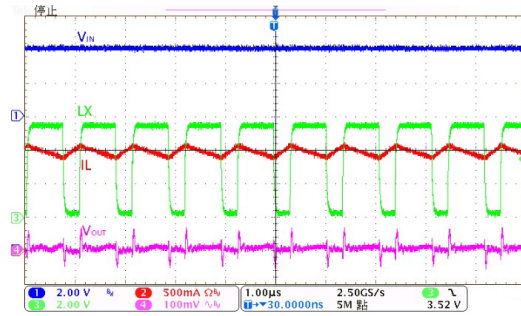
负载瞬态: $V_{IN}=3.3V$, $V_{OUT}=5.0V$,
 $I_{OUT}=0.1A \rightarrow 1.0A$



负载瞬态: $V_{IN}=4.2V$, $V_{OUT}=5.0V$,
 $I_{OUT}=0.1A \rightarrow 1.0A$

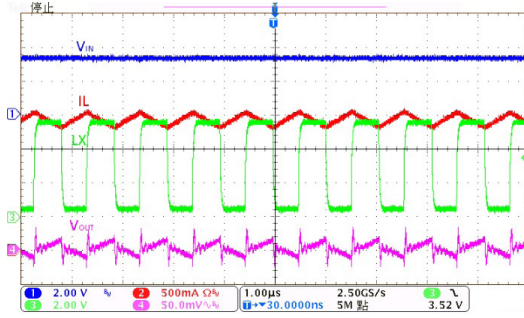


V_{OUT} 纹波: 136mV
 $V_{IN}=3.3V$, $V_{OUT}=5.0V$, $I_{OUT}=1.0A$

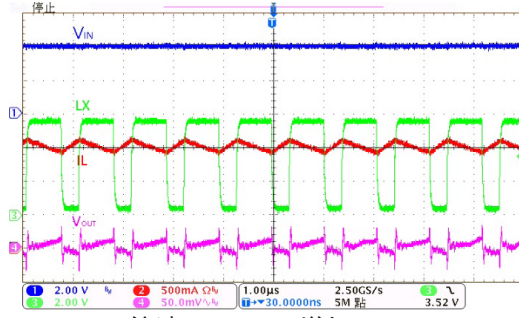


V_{OUT} 纹波: 124mV
 $V_{IN}=4.2V$, $V_{OUT}=5.0V$, $I_{OUT}=1.0A$

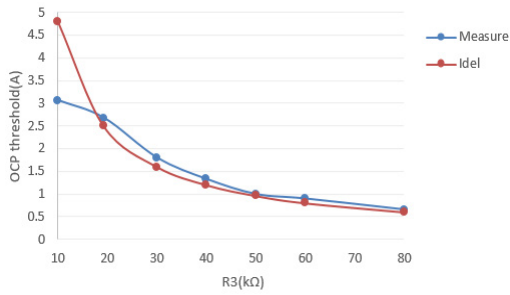
$V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5.0V, C_{IN}=47\mu F+0.1\mu F, C_{OUT}=47\mu F+0.1\mu F, L=3.3\mu H, T_A=25^\circ C$, 除非另有说明



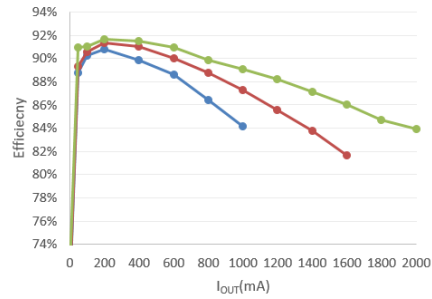
V_{OUT} 纹波: 53mV (增加 snubber)
 $V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=1.0A$



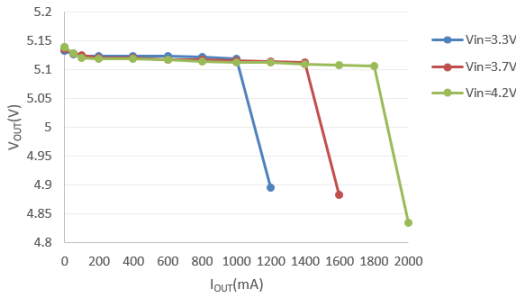
V_{OUT} 纹波: 58mV (增加 snubber)
 $V_{IN}=4.2V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=1.0A$



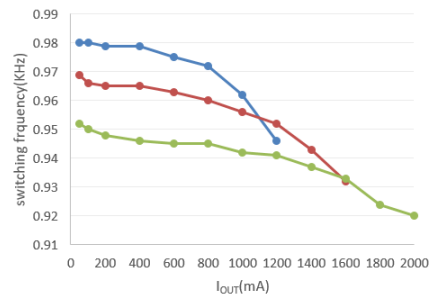
OCP 閾值 $V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5.0V$



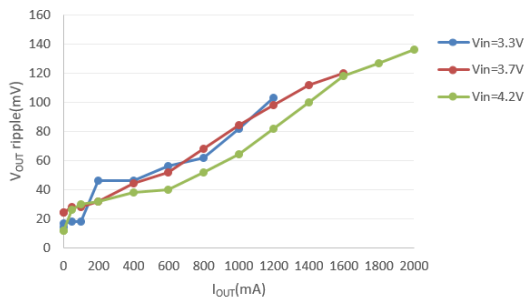
效率 vs. I_{OUT} $V_{OUT}=5.0V$



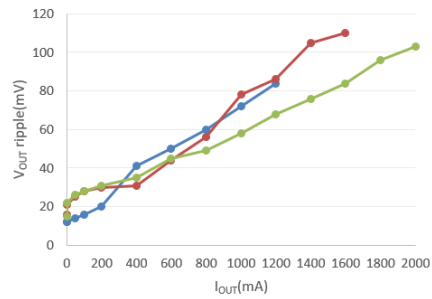
V_{OUT} vs. I_{OUT} $V_{OUT}=5.0V$



开关频率 vs. I_{OUT} $V_{OUT}=5.0V$

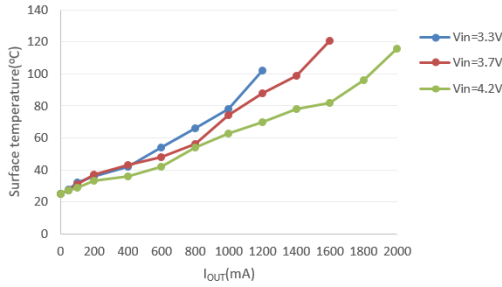


V_{OUT} 纹波 vs. I_{OUT} $V_{OUT}=5.0V$

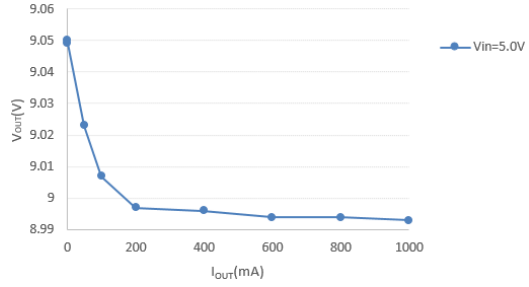


V_{OUT} 纹波 (增加 snubber) vs. I_{OUT} $V_{OUT}=5.0V$

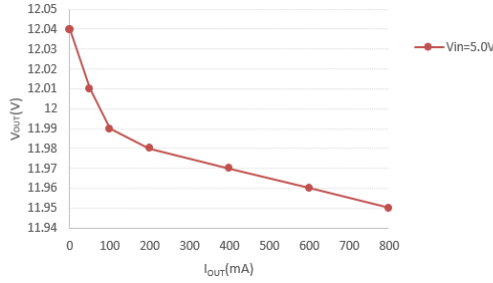
$V_{IN}=3.3V, V_{OUT}=5V, C_{IN}=47\mu F+0.1\mu F, C_{OUT}=47\mu F+0.1\mu F, L=3.3\mu H, T_A=25^\circ C$, 除非另有说明



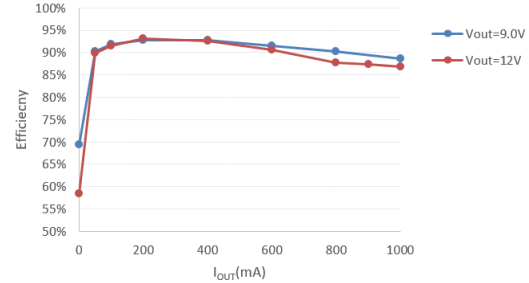
表面温度 vs. IOUT VOUT=5.0V



VOUT vs. IOUT VOUT=9.0V



VOUT vs. IOUT VOUT=12V



效率 vs. IOUT VIN=5.0V

功能描述

操作

HT7991 是一款异步升压型 DC/DC 转换器。它具有较宽的输入电压范围 2.6V~5.5V，适合基于便携式锂电池的应用使用，如移动电源。由于 HT7991 具有 1MHz 的高速切换频率，在允许使用较小的外部元件的同时仍能够具有较低的输出电压纹波。嵌入式环路频率补偿电路简化了系统设计，并减少了外部元件。

设置输出电压

外部电阻分压器用于设置输出电压 (见应用电路)。反馈电阻 R1 和内部补偿电容一起设置反馈环路带宽。R1 和 R2 的计算公式如下：

$$R2 = R1 / [(V_{OUT} / 0.6V) - 1] \quad (\Omega)$$

保护功能

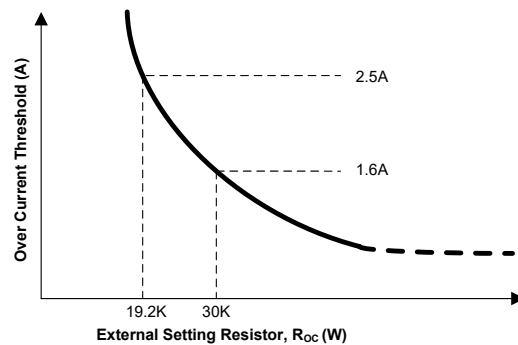
HT7991 具有专门的保护电路，可在正常工作期间保护 IC。软启动功能 (SS)，设置在 1ms 内可以防止上电期间的浪涌电流。过电流保护 (OCP)，会在下面章节详细说明。过温保护 (OTP)，当温度达到过高的水平

将关闭电源装置。欠压锁定 (UVLO) 比较器会在电源启动和关闭时保护电源装置，以防止其工作电压低于最小输入电压。过压保护 (OVP)，HT7991 将最大输出电压限制在 17V，以避免内部元件和输出设备因过压而烧毁。

通过外部电阻设置过流阈值

在默认情况下，HT7991 的 OC 引脚通过一个电阻保持浮空状态时，流经内部功率 MOSFET 的最大峰值电流会限制在 2.5A。Roc 的阻值通常设置在 19.2kΩ~30kΩ 之间，因此电流将限制在 1.6A~2.5A，不要在 OC 引脚连接电容。近似 OCP 跳变点的电流值可根据下式计算：

$$I_{OCP} = 48000 / R_{OC} \quad (A)$$



元件选择指南

电感

所选电感的饱和电流应满足转换器的最大峰值电流。另一个重要的电感参数是直流电阻，直流电阻越低，转换器的效率就越高。对于大多数应用，电感值都可通过下列公式计算：

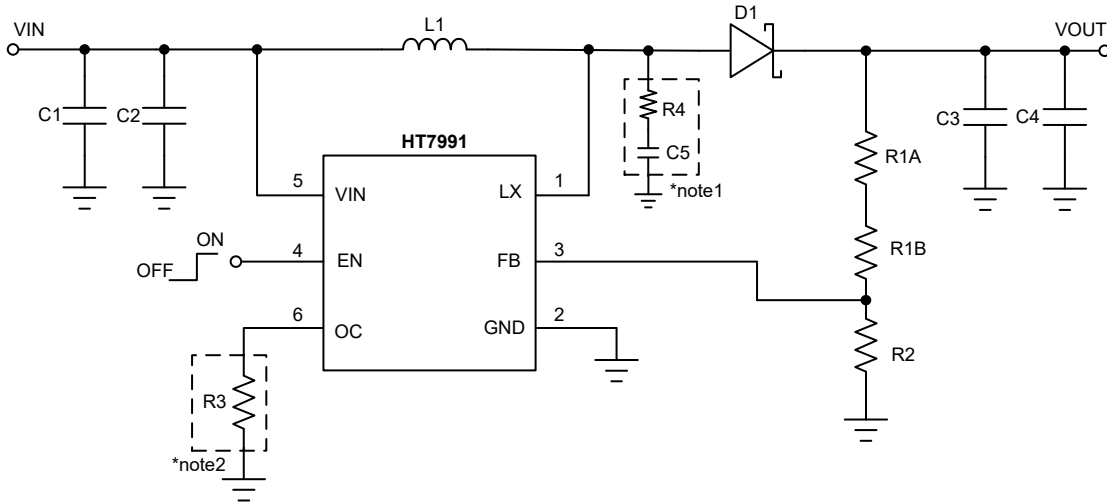
$$L = \left(\frac{V_{in}}{V_{out}} \right)^2 \times \frac{(V_{out} - V_{in})}{I_{ripple} \times f_{sw}}$$

纹波电流值越高，电感值越低，但是电导损耗、磁芯损耗以及电感和开关元件的电流应力将增加。因此建议选择纹波电流为最大负载电流 30% 的电感。

Snubber 电路

LX 端加入 snubber 电路，为了吸收消除电压尖波，抑制线路产生振铃现象，输出纹波电压需要被要求到 ±1% 精度时，可有效抑制降低纹波电压。

元件推荐值



参考	封装	描述	制造商
R3	SMD 0603	N.C.	Liker Corp
R4	SMD 0603	N.C.	Liker Corp

二极管

二极管的额定击穿电压最好大于最大输入电压。对于大多数应用，为了取得最佳的可靠性，二极管的额定电流应等于最大输出电流。在这种情况下，可以使用一个平均电流较低的二极管，但是其峰值电流应大于最大负载电流。

输入电容

VIN 引脚和 GND 引脚之间需要一个低 ESR 的陶瓷电容，可以使用具有低 ESR 且温度系数小的 X5R 或 X7R 电介质的陶瓷电容。对于大多数应用，2.2μF~47μF 的电容就足够了。

输出电容

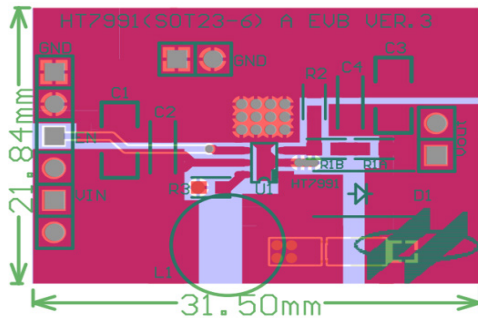
输出电容的选择是由所允许的最大输出电压纹波所决定的，建议使用具有低 ESR 的 X5R 或 X7R 电介质的陶瓷电容。10μF~100μF 的电容就足够了。

参考	封装	描述	零件号	制造商
C1	SMD 1210	Ceramic,47μF,16V	EMK325BJ476MM-T	Taiyo Yuden
C2	SMD 0603	Ceramic,0.1μF,10V	0603B104K500CT	WALSIN
C3	SMD 1210	Ceramic,47μF,16V	EMK325BJ476MM-T	Taiyo Yuden
C4	SMD 0603	Ceramic,0.1μF,10V	0603B104K500CT	WALSIN
C5	SMD 0603	N.C.	—	—
L1	绕线式	GS54-3R3M/2.1A	—	GANG SONG
D1	SMB	B330A	—	Diodes
HT7991	SOT23-6	Boost converter	—	Holtek semiconductor

V _{OUT}	封装	R1A	R1B	R2
5.1	SMD 0603	75kΩ±1%	0Ω±1%	10kΩ±1%
9.0	SMD 0603	130kΩ±1%	10kΩ±1%	10kΩ±1%
12.0	SMD 0603	180kΩ±1%	10kΩ±1%	10kΩ±1%

- 注：1. 输出纹波电压需要趋近 ±1% 精度时，R4 和 C5 建议值分别为 0.25Ω 和 10pF。
2. R3 电阻可根据限制的电流值进行调整。

Layout 注意事项



PCB 描述

名称	HT7991 (SO23-6)
板尺寸	31.50×21.84 mm
层数	2
材料	FR4
厚度	1mm
铜厚度	2oz
颜色	绿色

为了达到最佳效率与减少噪声干扰，关于一些 PCB Layout 重要注意事项如下：

1. C1、C2、C3 和 C4 需要靠近 HT7991，VIN 电压。
2. L1 与 D1 分别需要靠近 HT7991 越近越好，背面建议铺铜，减少信号传导干扰提升效率。

有关热的注意事项

连续运行时不能超过绝对最大结点温度。最大功耗取决于 IC 封装、PCB Layout、周围气流速率以及结点与环境之间所允许温差的热阻。最大功耗可以由下列公式计算：

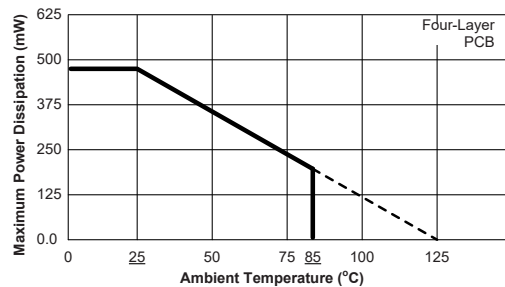
$$P_{D(MAX)} = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA} \quad (W)$$

其中， $T_{J(MAX)}$ 是最大结点温度， T_A 是环境温度， θ_{JA} 是结点到环境的热阻。

建议工作条件指定的最大结点温度为 125°C。结点到环境的热阻 θ_{JA} 取决于 Layout。在一个标准的 JEDEC 51-7 四层热测试板上，6-pin SOT23 封装的热阻 θ_{JA} 为 220°C/W。在 $T_A=25^\circ\text{C}$ ，最大功耗可以由下列公式计算：

$$P_{D(MAX)} = (125^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) / (220^\circ\text{C}/\text{W}) = 455\text{mW}$$

对于一个固定 125°C 的 $T_{J(MAX)}$ ，最大功耗取决于工作环境温度和封装的热阻 θ_{JA} 。下面的降额曲线显示了升高环境温度对最大建议功耗的效果。



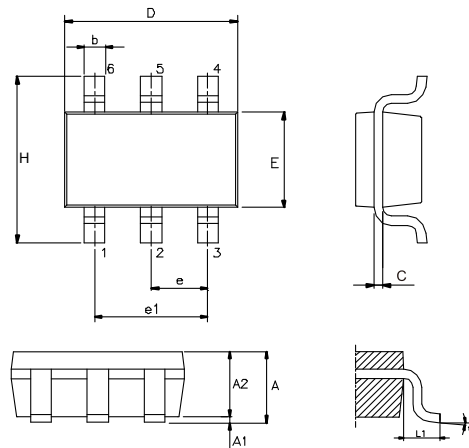
封装信息

请注意，这里提供的封装信息仅作为参考。由于这个信息经常更新，提醒用户咨询 [Holtek 网站](#) 以获取最新版本的 [封装信息](#)。

封装信息的相关内容如下所示，点击可链接至 Holtek 网站相关信息页面。

- 封装信息 (包括外形尺寸、包装带和卷轴规格)
- 封装材料信息
- 纸箱信息

6-pin SOT23 外形尺寸



符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小值	典型值	最大值
A	—	—	0.057
A1	—	—	0.006
A2	0.035	0.045	0.051
b	0.012	—	0.020
C	0.003	—	0.009
D	—	0.114 BSC	—
E	—	0.063 BSC	—
e	—	0.037 BSC	—
e1	—	0.075 BSC	—
H	—	0.110 BSC	—
L	0.012	0.018	0.024
θ	0°	—	8°

符号	尺寸 (单位: mm)		
	最小值	典型值	最大值
A	—	—	1.45
A1	—	—	0.15
A2	0.90	1.15	1.30
b	0.30	—	0.50
C	0.08	—	0.22
D	—	2.90 BSC	—
E	—	1.60 BSC	—
e	—	0.95 BSC	—
e1	—	1.90 BSC	—
H	—	2.80 BSC	—
L	0.30	0.45	0.60
θ	0°	—	8°

Copyright® 2020 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而 **Holtek** 对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，**Holtek** 不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。**Holtek** 产品不授权用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。**Holtek** 拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 <http://www.holtek.com/zh/>。