

配备 2.7A 开关限流的高效同步升压转换器

1 特性

- 输入电压范围: **2.2V ~ 5.5V**
- 典型工作条件下效率高达 **90%**
- 静态电流: **20 μ A** (典型值)
- 关断电流小于 **1 μ A**
- 可调输出电压高达 **5.5V**
- 省电模式可在低输出功率下提高效率
- **V_{OUT} > V_{IN}** 时低反向漏电流
- 关断期间断开负载
- 输出短路保护
- 过热关断保护
- 内部 **1.5ms** 软启动时间
- 工作温度范围: **-40°C ~ 85°C**
- 封装: **TSOT23-6**

2 应用

- 便携式音频播放器
- 单节锂离子供电产品
- 移动电话
- 个人医疗产品

3 概述

RS6651 是一款内部补偿型、1.1MHz 开关频率、电流模式同步升压开关稳压器, 3.3V 电源电压时可以输出 5V 电压且带载 1A 负载电流。

该器件可进入省电模式, 通过降低开关频率来保持高效率。它通过其抗振铃电路抑制寄生电容中的电荷变化, 从而显著降低 EMI 干扰。关断时, 其输出被整流电路断开, 无输入到输出的漏电。

RS6651-ADJ 通过外部分压器编程输出电压。当 RS6651 处于关断模式时, 整流开关会断开输出与输入的连接, 最大限度地减少漏电流。RS6651 还具有输出短路保护、输出过压保护和过热关断功能。

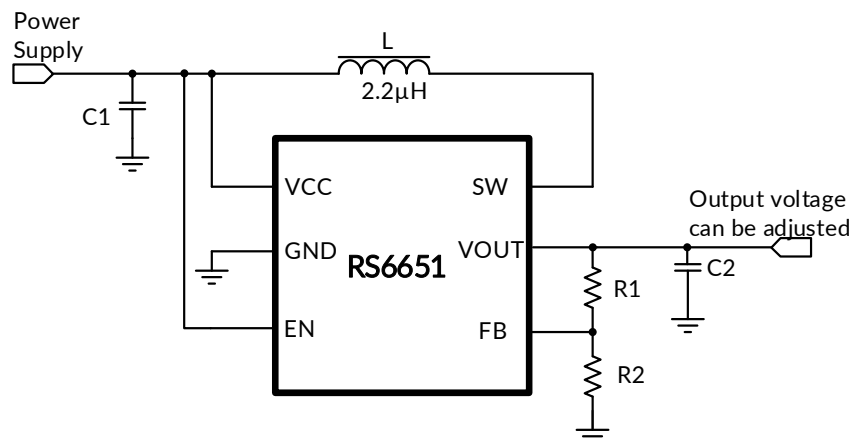
RS6651 采用 TSOT23-6 封装。工作温度范围在 -40°C 至 85°C。

器件信息 ⁽¹⁾

型号	封装	封装尺寸 (标称值)
RS6651	TSOT23-6	2.92mm×1.60mm

(1) 详细的订单型号说明, 请参考数据表后的封装选项部分。

4 典型应用



目录

1 特性.....	1
2 应用.....	1
3 概述.....	1
4 典型应用.....	2
5 修订历史.....	4
6 封装和订单说明 ⁽¹⁾	5
7 引脚定义和功能.....	6
8 规格.....	7
8.1 绝对最大额定参数.....	7
8.2 ESD 等级.....	7
8.3 推荐工作条件.....	7
8.4 典型电气参数.....	8
8.5 典型参数曲线.....	9
9 详细说明.....	11
9.1 概览.....	11
9.2 功能框图.....	11
10 典型应用电路.....	12
11 应用与设计.....	13
11.1 应用说明.....	13
11.2 可调输出电压版本.....	13
11.3 电感器选择.....	13
11.4 选择输入电容器.....	13
11.5 选择输出电容器.....	14
11.6 PCB 布局设计注意事项.....	14
12 封装规格尺寸.....	15
13 包装规格尺寸.....	16

5 修订历史

注意: 更新前的版本页码可能与当前版本不同。

版本	更新日期	变更项目
A.0	2021/11/02	初始版
A.1	2022/04/01	正式版 1. 更新 A.0 版本第 4 页的包装规格 2. I_{ST} 参数(典型值) 变更为 550mA
A.2	2022/04/18	增加典型电气参数中的最大值和最小值
A.3	2024/04/09	1. 在 A.2 版本第 4 页添加 MSL 2. 更新包装说明
A.4	2024/05/29	更新输入电压范围: 2.2V 到 5.5V
A.5	2025/12/05	1. 更新功能框图 2. 更新 11.2 节可调输出电压版本内容

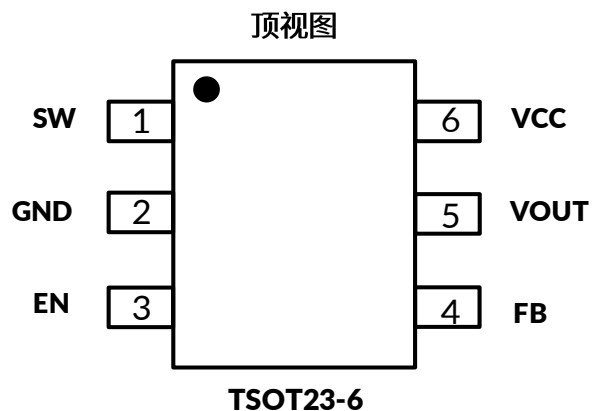
6 封装和订单说明⁽¹⁾

产品名称	订单型号	温度范围	封装类型	丝印 ⁽²⁾	MSL ⁽³⁾	包装规格
RS6651	RS6651YTH	-40°C ~85°C	TSOT23-6	6651	MSL3	Tape and Reel, 3000

注意:

- (1) 该信息是当前版本的最新数据。这些数据如有更新，将及时更新到我司官网，恕不另行通知。
- (2) 丝印可能会有其他附加的代码，用于产品的内控追溯（包括数据代码和供应商代码）或者标志产地。
- (3) RUNIC 装配厂使用符合 JEDEC 工业标准 J-STD-20F 的通用预处理设置对 MSL 级别进行分类。如果您的最终应用对预处理设置非常关键，或者您有特殊要求，请与 RUNIC 技术支持联系。

7 引脚定义和功能



引脚功能

引脚名称	引脚	I/O ⁽¹⁾	功能说明
	TSOT23-6		
SW	1	I	升压开关节点。将此节点连接到功率电感器的一端。
GND	2	—	接地。
EN	3	I	使能输入。逻辑高电平启用该器件。逻辑低电平禁用该器件并将其转为关断模式。
FB	4	I	可调输出电压的电压反馈。
VOUT	5	O	升压转换器输出。在这个引脚附近放置一个储能电容。
VCC	6	I	电源电压。

(1) I=输入管脚, O=输出管脚。

8 规格

8.1 绝对最大额定参数

在自然通风温度范围内（除非特别注明）^{(1) (2) (3)}

		最小值	最大值	单位
V_{IN}	VCC, VOUT, SW, FB, EN 输入电压	-0.3	6	V
θ_{JA}	结至环境热阻 ⁽⁴⁾	TSOT23-6	190	°C/W
T_J	结温 ⁽⁵⁾	-40	150	°C
T_{stg}	储存温度范围	-60	150	°C
	引脚温度 (焊接, 10 秒)		260	°C

- (1) 这里只表示产品在测试条件下得到的极限值，并不表示产品在这些条件下或者其他超出规格限定的参数条件下能够正常工作，超过上述绝对最大额定值所规定的范围将对产品造成损害，无法预测产品在上述条件外的工作状态。如果产品长期在上述条件外的条件下工作，可能影响产品性能。
- (2) 所有电压参数均以 GND 脚为参考。
- (3) 内部热关断电路可保护器件免受永久性损坏。实际芯片输出电流受输入输出电压差、环境温度和 PCB 散热设计的影响。
- (4) 封装热阻抗根据 JESD-51 标准计算。
- (5) 最大功耗是有关 $T_{J(MAX)}$ 、 $R_{\theta JA}$ 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。适用于直接焊接到 PCB 上的封装。

8.2 ESD 等级

以下 ESD 信息仅针对在防静电保护区内操作的敏感设备。

		标称值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范 ⁽¹⁾	±4000
		带电器件模型 (CDM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 规范 ⁽²⁾	±1200

- (1) JEDEC 文件 JEP155 指出，500V HBM 允许使用标准 ESD 控制过程进行安全制造。
- (2) JEDEC 文件 JEP157 指出，250V CDM 允许使用标准 ESD 控制过程进行安全制造。



ESD 灵敏性警告

ESD 损坏的范围可以从细微的性能下降到完全的设备失效。精密集成电路可能更容易受到损坏，因为非常小的参数变化有可能导致器件不符合其公布的参数规格。

8.3 推荐工作条件

在自然通风温度范围内（除非特别注明）

		最小值	最大值	单位
V_{CC}	VCC 输入电源电压	2.2	5.5	V
V_{IN}	SW, OUT, FB, EN 输入电源电压	-0.3	5.5	V
T_A	自然通风条件下的工作温度范围	-40	+85	°C

8.4 典型电气参数

(测试条件为: $V_{IN} = 3.6V$, 全温 = $-40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, 典型值为 $T_A = +25^{\circ}C$ 条件, 除非特别注明) ⁽¹⁾

参数	符号	测试条件	温度	最小值 ⁽²⁾	典型值 ⁽³⁾	最大值 ⁽²⁾	单位
DC/DC 阶段							
输出电压范围	V_{OUT}	$V_{IN} < 0.9 \cdot V_{OUT}$	全温	3.0		5.5	V
输入电压范围	V_{IN}		$+25^{\circ}C$	2.2		5.5	V
反馈电压	V_{FB}		全温	480	495	510	mV
开关频率	F_{req}		全温	930	1100	1200	kHz
开关电流限制	I_L		$+25^{\circ}C$	2.15	2.7	3.25	A
启动电流限制	I_{ST}	$V_{OUT} < V_{IN}$	$+25^{\circ}C$		550		mA
升压开关导通电阻	R_{ds-low}	$V_{OUT} = 5V$	$+25^{\circ}C$		60		m Ω
整流开关导通电阻	$R_{ds-high}$	$V_{OUT} = 5V$	$+25^{\circ}C$		120		m Ω
线性调整率		$V_{CC} = 2.2V$ to $V_{OUT} - 0.5V$	$+25^{\circ}C$		0.5		%
负载调整率			$+25^{\circ}C$		0.5		%
静态电流	I_Q	$V_{EN} = V_{CC} = 3.6V$, not switching	$+25^{\circ}C$		20	30	μA
关断电流	I_{SD}	$V_{EN} = 0V, V_{CC} = 3.6V$	$+25^{\circ}C$			1	μA
控制阶段							
EN 输入低电平	V_{IL}		全温			0.4	V
EN 输入高电平	V_{IH}		全温	1.4			V
EN 输入电流	I_{EN}	Clamped on GND or V_{CC}	全温			10	μA
过温保护					150		$^{\circ}C$
过温迟滞					20		$^{\circ}C$

注意:

- (1) 电气表值仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件导致设备的自加热非常有限。
- (2) 极限值是在 $25^{\circ}C$ 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保工作温度范围的限制。
- (3) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化, 也将取决于应用和配置。

8.5 典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

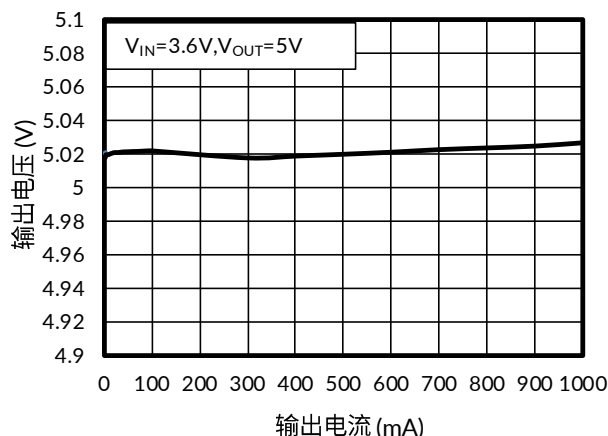


图 1. 输出电压与输出电流曲线

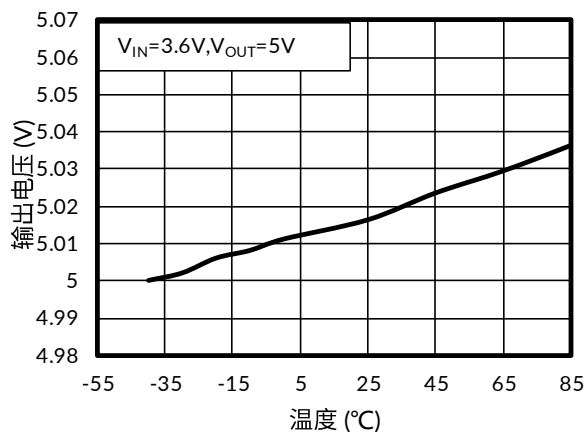


图 2. 输出电压与温度曲线

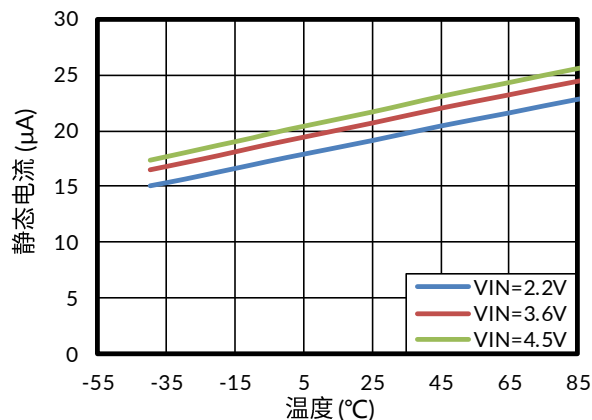


图 3. 静态电流与温度曲线

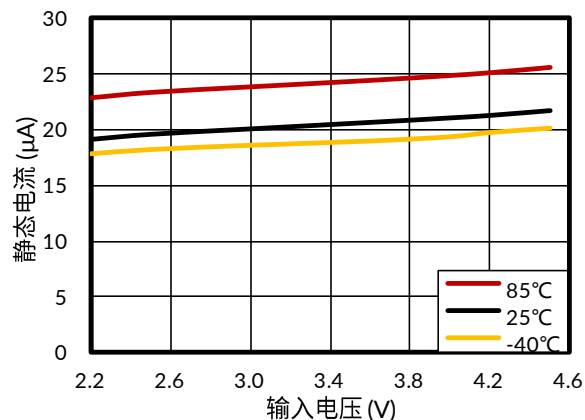


图 4. 静态电流与输入电压曲线

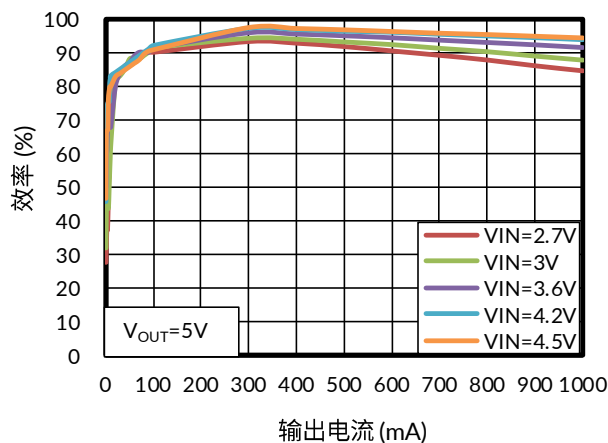


图 5. 输出电流与效率曲线

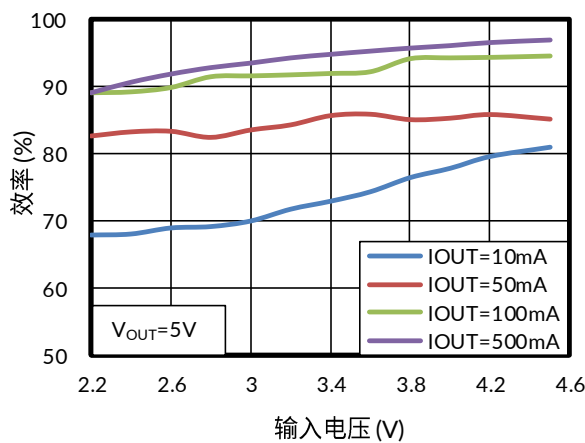


图 6. 输入电压与效率曲线

典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

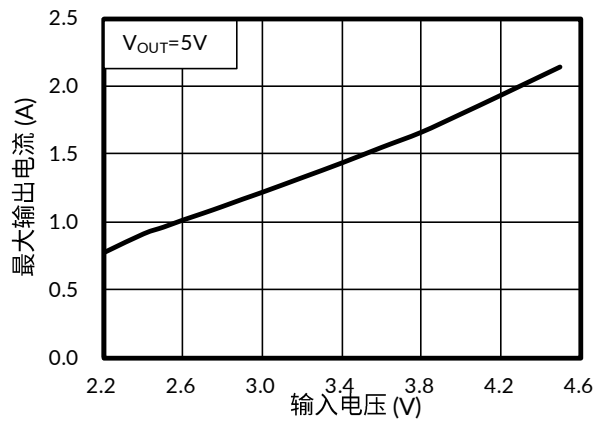


图 7. 最大输出电流与输入电压曲线

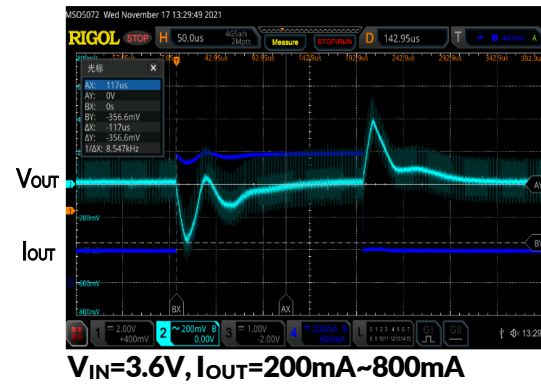
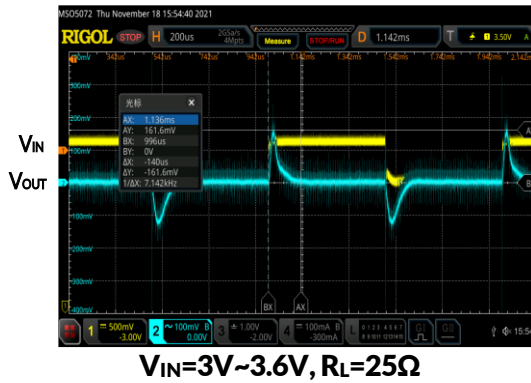


图 8. 负载瞬态响应



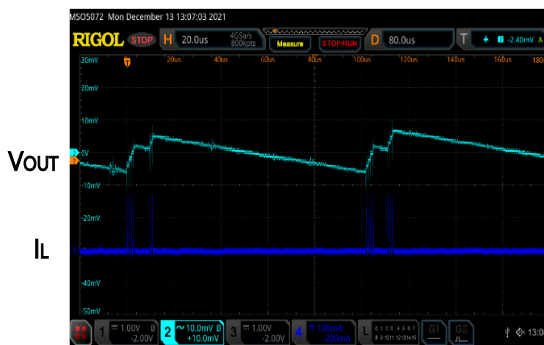
VIN=3V~3.6V, RL=25Ω

图 9. 负载瞬态响应



VIN=3.6V, VOUT=5V

图 10. EN 使能后启动



VIN=3.6V, RL=2.5KΩ

图 11. 省电模式下的输出电压



VIN=3.6V, RL=10Ω

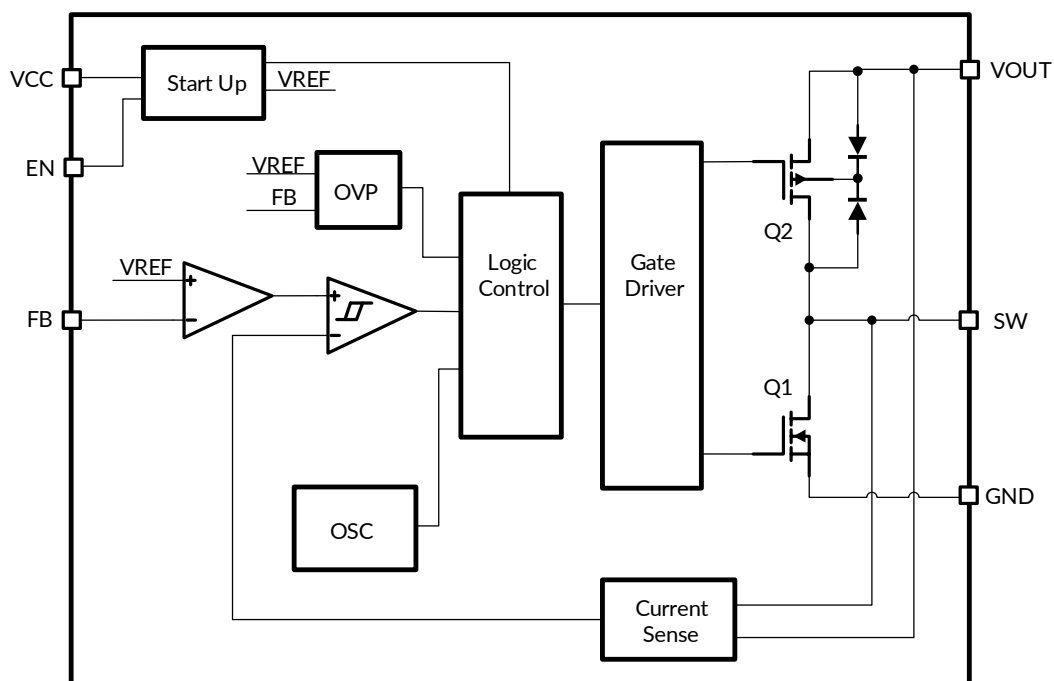
图 12. 连续模式下的输出电压

9 详细说明

9.1 概览

RS6651 是一款高性能、高效率的升压转换器。为了实现高效率，功率级采用了同步升压拓扑。功率开关采用两个主动控制的低 $R_{DS(ON)}$ 功率 MOSFET。

9.2 功能框图



10 典型应用电路

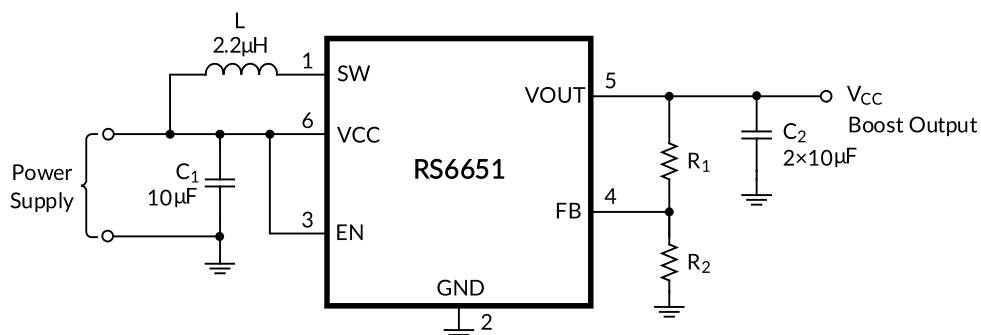


图 13. 典型单节锂离子输入或双节干电池输入升压

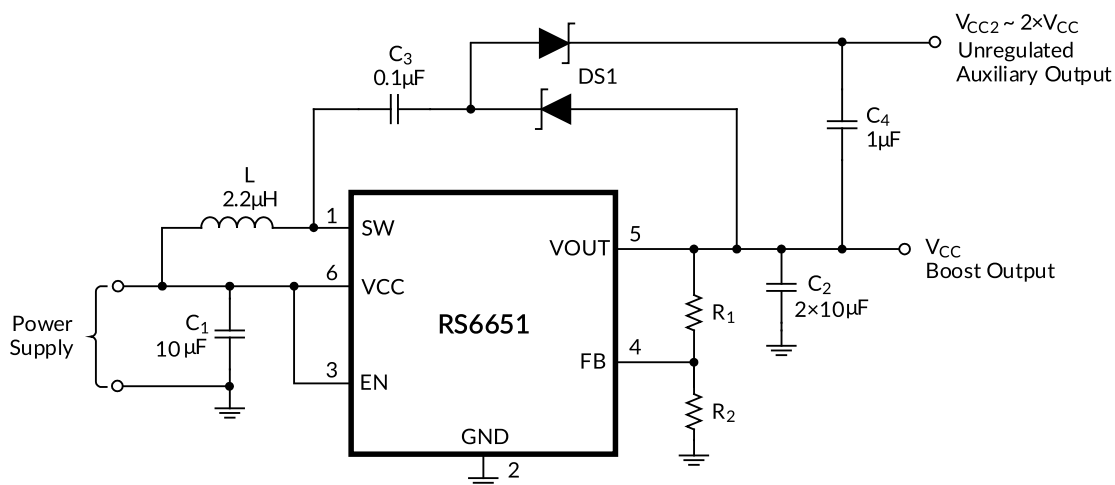


图 14. 辅助正输出电源

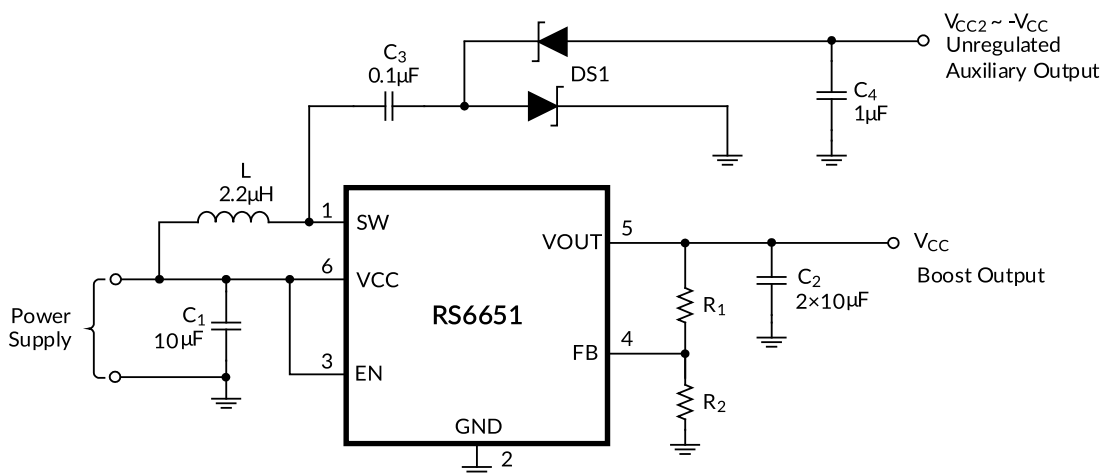


图 15. 辅助负输出电源

11 应用与设计

以下应用设计部分中的信息不属于 Runic 器件规格的范围，Runic 不保证其准确性和完整性。Runic 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

11.1 应用说明

RS6651 是一款同步升压转换器，工作电压范围为 2.2V 到 5.5V，用于生成可调的输出电压，最低可以设定为电源电压的 10% 以上。在选择电感、输出储能电容和输入去耦电容时，应确保符合特定应用电路所需的性能要求。

11.2 可调输出电压版本

外部电阻分压器用于调整输出电压。如图 13 所示，电阻分压器需要连接在 V_{OUT} 、FB 和 GND 之间。当输出电压调节正常时，FB 引脚的典型电压值为 495mV。推荐的输出电压最大值为 5.5V。连接在 V_{OUT} 和 FB 之间的电阻 R_1 的数值，根据所需的输出电压 (V_{OUT})，可以使用公式 1 进行计算：

$$R_1 = R_2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right) = R_2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{495mV} - 1 \right) \quad (1)$$

举例来说，如果需要输出电压为 5V，那么当 R_2 选择为 100k Ω 时，计算出的 R_1 电阻值为 910k Ω 。

11.3 电感器选择

该器件可以在 1 μ H 到 4.7 μ H 的电感值范围内运行。不过，使用更高的电感值进行应用也是可能的。在选择电感器时，应评估平均电流和峰值电流。最大平均电感器电流可使用公式 2 估算：

$$L = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times \eta} \quad (2)$$

其中， η 为设备的效率，可设置为 0.8 进行估算。

在设计实践中，根据设定的电流纹波值选择适当的电感器是很容易的。较小的电流纹波可以减少电感器中的磁滞损耗，以及输出电压纹波和电磁干扰。不过在负载变化时，调节稳定时间可能会增加。在给定条件下，电感器的最小电感值可以使用公式 3 估算：

$$L = \frac{V_{IN} \times (V_{OUT} - V_{IN})}{\Delta I_L \times f \times V_{OUT}} \quad (3)$$

其中 f 为开关频率， ΔI_L 为电感器中的电流纹波，通常为电感器平均电流的 20%，或是设计指定的数值。在典型应用中，推荐使用 2.2 μ H 的电感器。选择电感器后，建议评估在最大负载和最低输入电压时的峰值电流，该电流应低于该器件的开关电流限制以及电感器的饱和电流。

11.4 选择输入电容器

多层陶瓷电容是升压转换器输入去耦的绝佳选择，因为它们具有极低的 ESR 和小尺寸。输入电容器应尽可能靠近设备放置。虽然建议使用至少 10 μ F 的输入电容器来改善调节器的瞬态特性和 EMI 特性，但建议使用一个陶瓷电容器或钽电容器，其中并联一个 100nF 的陶瓷电容器，并将其放置在 IC 附近。

11.5 选择输出电容器

输出纹波电压与电容的等效串联电阻 (ESR) 和其电容量有关。假设一个 ESR 为零的电容, 对于特定纹波所需的最低电容量可以通过以下公式计算:

$$C_{\text{MIN}} = \frac{I_{\text{OUT}} \times (V_{\text{OUT}} - V_{\text{IN}})}{f \times \Delta V \times V_{\text{OUT}}} \quad (4)$$

其中,

C_{OUT} 是输出电容; I_{OUT} 是输出电流; V_{OUT} 是输出电压; V_{IN} 是输入电压; ΔV 是所需的输出纹波电压; f_{SW} 是开关频率

由 ESR 引起的额外输出纹波成分的计算公式为:

$$\Delta V_{\text{ESR}} = I_{\text{OUT}} \times R_{\text{ESR}} \quad (5)$$

其中,

ΔV_{ESR} 是由 ESR 引起的输出电压纹波; R_{ESR} 是输出电容等效串联电阻;

对于陶瓷电容, ESR 纹波可以忽略不计。然而, 对于钽电容或电解电容, 如果使用, 则必须考虑。

总纹波是电容引起的纹波和电容 ESR 引起的纹波之和。负载瞬变还可能导致额外的电压变化; 在电感充电阶段, 输出电容必须完全为负载供电。

输出电容的值取决于负载瞬变的速度和负载变化时的负载电流。考虑到计算出的最低值 $10\mu\text{F}$ 和负载瞬态注意事项, 建议的输出电容值为 $10\mu\text{F}$ 至 $47\mu\text{F}$ 之间。

在评估陶瓷电容的直流偏压下的降额时必须小心。陶瓷电容器在额定电压下的降额可达电容的 90%。应考虑在额定电压上留出足够的余量, 以确保在所需的输出电压下有足够的电容量。我们更推荐使用两个 $10\mu\text{F}$ 电容并联, 而不是一个 $22\mu\text{F}$ 电容。

11.6 PCB 布局设计注意事项

对于所有开关电源, 尤其是那些高频和大电流开关电源, PCB 布局是一个重要的设计步骤。仔细的布局对于确保任何类型的开关稳压器的良好性能和稳定运行始终很重要。

尽量减少包括开关 MOSFET、整流 MOSFET 和输出电容器在内的大电流路径;

尽量减少连接到 SW 引脚的所有走线的长度和面积;

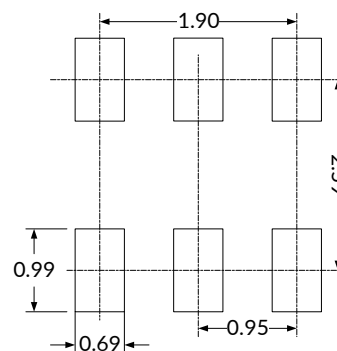
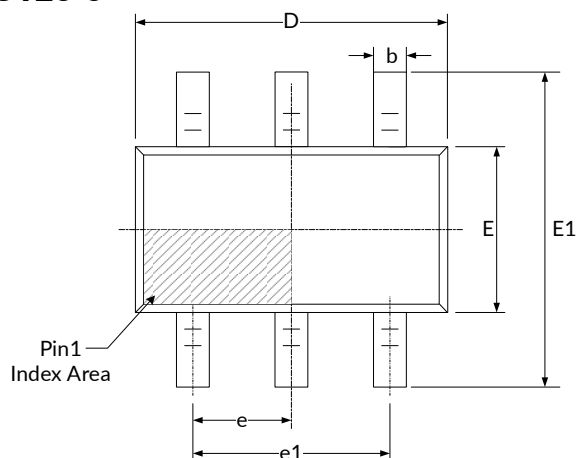
使用器件的 GND 引脚作为与其他地线星形连接的中心。尽可能缩短返回小信号元件和大电流元件的 GND 引脚公共路径, 以避免接地噪声;

将 FB 放置在 SW 走线远离的位置, 因为 FB 节点非常敏感, 容易接收到噪声;

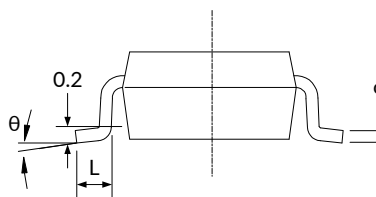
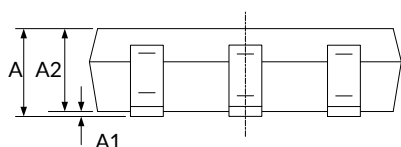
将输入和输出电容器尽可能靠近 IC 放置。

12 封装规格尺寸

TSOT23-6⁽³⁾



推荐焊盘尺寸 (单位: 毫米)



符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾	-----	1.100	-----	0.043
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.700	1.000	0.028	0.039
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.080	0.200	0.003	0.008
D ⁽¹⁾	2.850	2.950	0.112	0.116
E ⁽¹⁾	1.550	1.650	0.061	0.065
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC) ⁽²⁾		0.037(BSC) ⁽²⁾	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

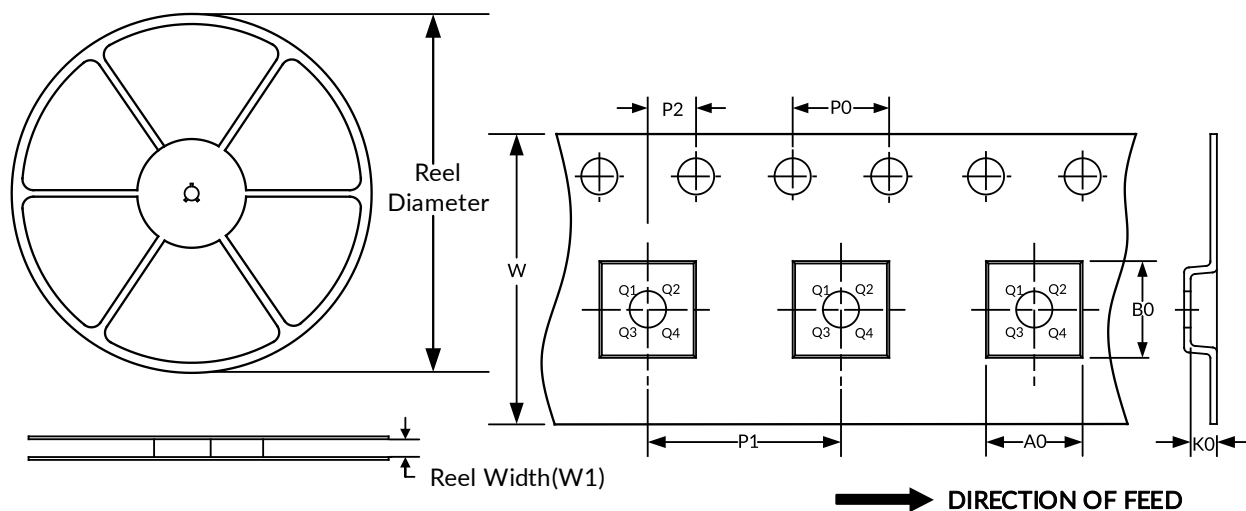
注意:

1. 不包括每侧最大 0.15mm 的塑封料或金属突起。
2. BSC (基本中心间距), “基本”间距为标称间距。
3. 本图如有更改, 恕不另行通知。

13 包装规格尺寸

卷盘尺寸

编带尺寸



注意：图片仅供参考。请以实物为标准。

关键参数表

Package Type	Reel Diameter	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TSOT23-6	7"	9.5	3.17	3.10	1.10	4.0	4.0	2.0	8.0	Q3

注意：

1. 所有尺寸均为标称尺寸。
2. 不包括每边最大 0.15 毫米的塑封料或金属突起。

重要通知及免责声明

江苏 Runic 科技有限公司将准确可靠地提供技术和可靠性数据 (包括数据表)、设计资源 (包括参考设计)、应用或其他设计建议、WEB 工具、安全信息等资源, 不保证无任何缺陷, 也不作任何明示或暗示的保证, 包括但不限于适用性保证, 暗示其适用于特定目的的应用。且没有侵犯任何第三方的知识产权。

这些资源适用于使用 Runic 产品设计的熟练开发人员, 您将全权负责: (1)为您的应用程序选择合适的产品; (2) 设计、验证和测试您的应用程序; (3) 确保您的应用程序符合适用标准、安全标准或其他要求; (4) Runic 及 Runic 标识为 Runic Incorporated 的注册商标。所有商标均为其各自所有者的财产; (5) 对于发生改变的细节, 应查看修订文件中包含的修订历史。资源如有更改, 恕不另行通知。本公司对使用本芯片设计的终端产品的侵犯专利的行为或侵犯第三方知识产权的行为不承担任何连带责任。