具有电池管理的高效率微能量收集芯片

概述

ET95641 专为收集微能量设计，适用于光伏（太阳能）或热电发生器（TEGs）等高阻抗源，且不会导致输入源发生故障。其集成的 5V 线性充电也可用于为电池充电（例如在电池电量耗尽时）。这款高度集成且紧凑的电源管理系统，在延长电池寿命和消除一次性电池使用等领域有广泛的应用场景。

该器件集成冷启动电路，支持低至 275mV 的输入电压启动（最小功率为 2μW），使其收集能量更有效。

该器件集成了从能量采集源至电池的升压充电电路。该升压转换器支持输入电压调节功能，确保能量源始终工作在最佳功率点（MPPT），从而实现从源端到电池的最高效率能量传输。

该器件集成了从电池端取电的降压稳压器，其输出电压可选，能够为后端应用电路提供高效供电。

ET95641 拥有丰富的模拟和数字可配置资源，能够满足各种定制化功能的需求。

ET95641 支持运输模式，可在运输或存储期间避免储能元件发生充放电，极大延长储能元件的续航。

特点

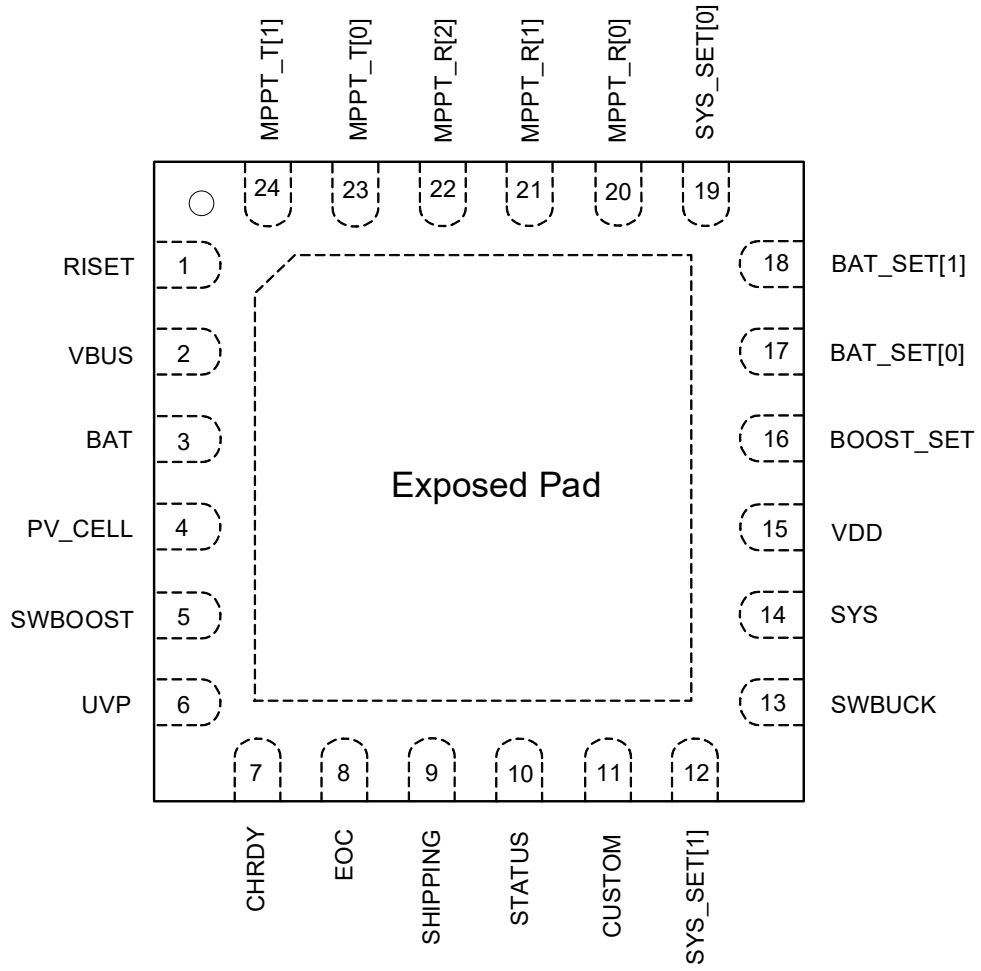
- 支持275mV / 2μW的输入冷启动
- 能量采集升压电路的输入电压可调节
  - 从能量源获取的电流最大支持100mA
- 过放与过充电保护阈值可选
  - 支持多种可充电电池（如超级电容、锂离子电池、锂聚合物电池等）
- 给后级应用电路供电的Buck输出电压值可选
  - Buck效率高于90%
  - Buck输出电流最大支持120mA
- 可通过GPIO配置系统
- 运输模式下，电池端漏电流小于10nA
- 线性充电：支持预充/恒流/恒压充电模式
- 产品名称和封装信息：

产品名称	封装	MSL
ET95641	QFN24 (4mm×4mm)	Level 1

应用

- 遥控器
- 便携式设备
- 穿戴设备
- 无线键盘

管脚框图



顶视图

管脚功能描述

序号	名称	功能描述
电源引脚		
2	VBUS	线性充电输入（可选）；若不使用，请保持悬空
3	BAT	连接至储能元件（可充电电池）
4	PV_CELL	连接至光伏电池能量采集源
5	SWBOOST	升压转换器的开关节点
13	SWBUCK	降压转换器的开关节点
14	SYS	降压转换器的输出电压，用于给后级系统电路供电
15	VDD	内部电源（请勿在 VDD 引脚连接任何外部电路）

管脚功能描述（续）

序号	名称	逻辑电平		功能描述
		低	高	
控制引脚				
9	SHIPPING	GND	BAT	当逻辑输入引脚为高电平时进入船运模式： （1）储能元件的耗电降至最低 （2）升压转换器被禁用 （3）降压转换器被禁用 （4）仅当 PV_CELL 有能量输入时，VDD 才会被充电 若该引脚悬空，则为低电平。
配置引脚				
12	SYS_SET[1]	GND	VDD	用于配置 SYS 输出电压 若该引脚悬空，则为高电平
19	SYS_SET[0]	GND	VDD	
18	BAT_SET[1]	GND	VDD	用于配置电池储能元件的电压阈值。 若该引脚悬空，则为高电平
17	BAT_SET[0]	GND	VDD	
24	MPPT_T[1]	GND	VDD	用于配置 MPPT 的采样间隔时间。 若该引脚悬空，则为高电平
23	MPPT_T[0]	GND	VDD	
22	MPPT_R[2]	GND	VDD	用于配置 MPPT 的比例（V_{MPPT}/V_{OC}）。 若该引脚悬空，则为高电平
21	MPPT_R[1]	GND	VDD	
20	MPPT_R[0]	GND	VDD	
16	BOOST_SET	GND	VDD	用于配置升压转换器的开启时间
1	RISET	模拟引脚		连接外部电阻以配置从 VBUS 电源到 BAT 的充电电流。 若不使用 VBUS 电源，请将此引脚悬空。
6	UVP			用于在自定义模式下（可选功能），配置能量存储元件的阈值电压。 若不使用自定义模式： （1）将CUSTOM引脚接GND。 （2）将UVP/CHRDY/EOC引脚悬空。
7	CHRDY			
8	EOC			
11	CUSTOM			
状态引脚				
10	STATUS	GND	BAT	逻辑输出 当在船运模式、复位模式或 $V_{BAT}<V_{BAT_UVP_F}$ 时为低。否则为高
其他				
Thermal PAD	GND			散热焊盘必须连接到 PCB 接地层，因为它是 ET95641 的主要接地连接点。

功能框图

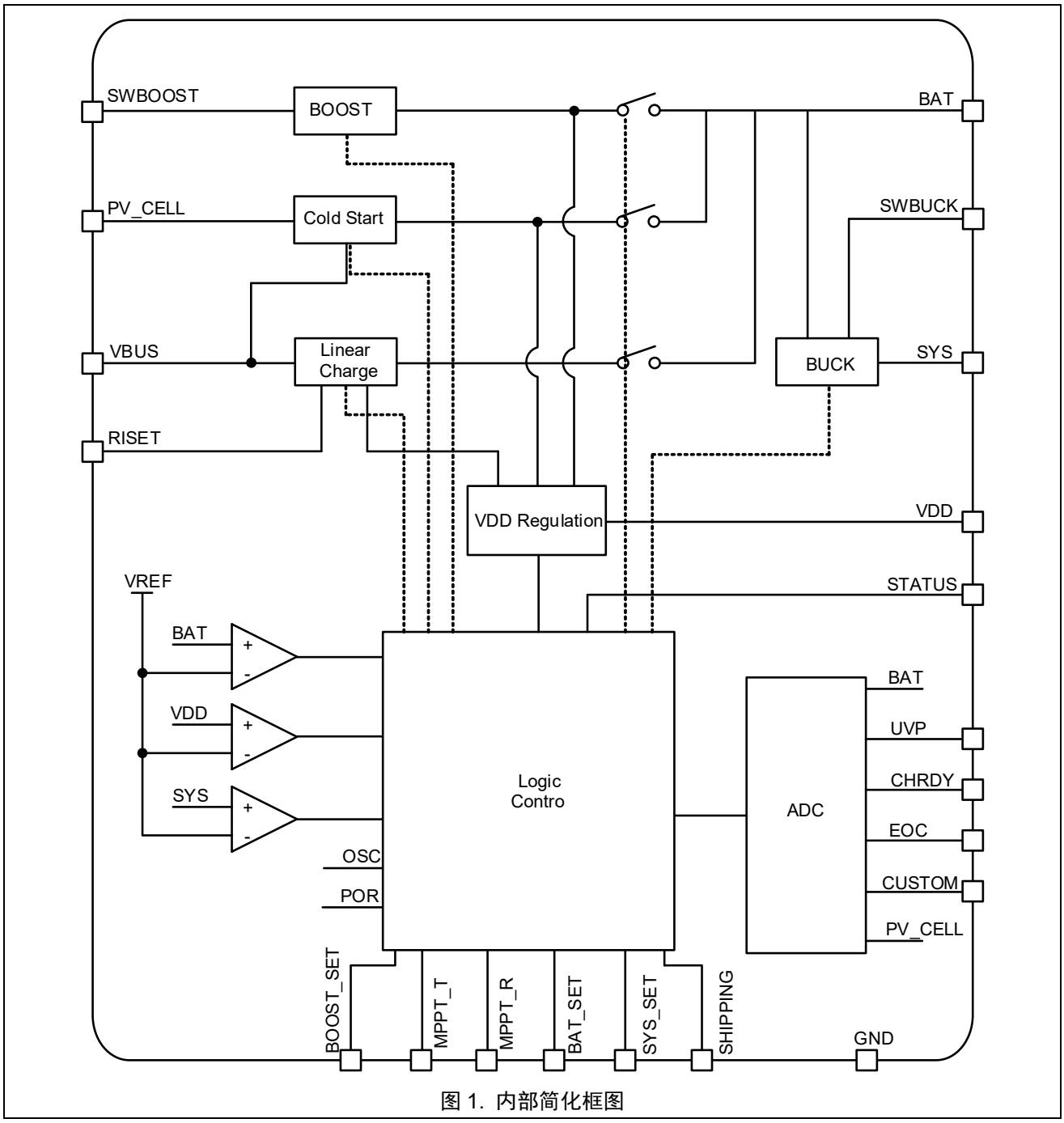


图 1. 内部简化框图

极限参数

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	VDD, MPPT_T[x], MPPT_R[x], SYS_SET[x], BAT_SET[x], BOOST_SET 引脚直流电压	-0.3		3.3	V
V_S	其他引脚直流电压	-0.3		5.5	V
T_J	工作结温	-40		150	°C
T_{STG}	储存温度	-65		150	°C
V_{ESD}	静电放电耐受能力(HBM)			2000	V
	静电放电耐受能力(CDM)			500	V

最大额定值是可能发生设备损坏的值。应用于器件的最大额定值是单独的应力极限值（不是正常工作条件），不能同时有效。如果超过这些限制，则不意味着设备功能正常运行，可能会发生损坏并影响可靠性。

注释: 本系列器件内置了静电放电（ESD）保护电路，通过以下方法测试：

ESD HBM（人体放电模型）：ESDA/JEDEC JS-001-2017。

ESD CDM（人体放电模型）：ESDA/JEDEC JS-002-2018。

推荐工作条件

符号	参数		最小值	典型值	最大值	单位
推荐工作环境温度范围						
T_A	工作环境温度范围		-40		85	°C
外部器件						
C_{PV_CELL}	PV_CELL 端去耦电容		10	22		μF
C_{SYS}	降压转换器去耦电容		10	22		μF
C_{VDD}	VDD 端去耦电容		4.7	10		μF
C_{BAT}	BAT 端去耦电容		10	47		μF
C_{VBUS}	VBUS 端去耦电容		1	3.3		μF
L_{BOOST}	升压转换器电感(BOOST_SET = L)		3.3	10		μH
	升压转换器电感(BOOST_SET = H)		10	33		μH
L_{BUCK}	降压转换器电感		3.3	10		μH
R_{RISET}	恒流模式下线性充电电流配置电阻		0.33		5	kΩ
R_T	自定义模式下电池阈值电压设定电阻（可选）		0.1		0.4	MΩ
逻辑输入引脚						
MPPT_T[1:0]	最大功率点跟踪采样时间间隔配置	Logic LOW (0)	连接至 GND			
		Logic HIGH (1)	连接至 VDD			
MPPT_R[2:0]	最大功率点跟踪比例配置（V_{MPPT}/V_{OC}）	Logic LOW (0)	连接至 GND			
		Logic HIGH (1)	连接至 VDD			
BAT_SET[1:0]	储能元件电压阈值配置	Logic LOW (0)	连接至 GND			
		Logic HIGH (1)	连接至 VDD			
SYS_SET[1:0]	SYS 输出调节电压配置	Logic LOW (0)	连接至 GND			
		Logic HIGH (1)	连接至 VDD			
BOOST_SET	升压转换器的开启时间配置	Logic LOW (0)	连接至 GND			
		Logic HIGH (1)	连接至 VDD			
SHIP_MODE	船运模式使能	Logic LOW (0)	连接至 GND			
		Logic HIGH (1)	连接至 BAT			

电参数

T_A=25°C (除非特殊说明)

符号	参数	测试方法	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压和输入功率						
$P_{PV_CELL,CS}$	冷启动所需的最小光伏板功率			2		μW
$V_{PV_CELL,CS}$	冷启动所需的最小光伏板电压			0.275		V
V_{MPPT}	动态调整的光伏板最大功率输出电压 V_{MPPT} 取决于 MPPT_R[2:0]的配置，以及光伏板的开路电压 V_{OC} (1)。		0.12		0.90 x V_{OC}	V
V_{VBUS}	允许进行线性充电的 VBUS 引脚电压		3.6 (2)		5.5	V
I_{SET}	线性充电器在恒流模式下的最大充电电流。此参数由 RISET 引脚上的电阻进行编程设定		10		150	mA
时间参数						
t_{DEB}	从 $V_{BAT} < V_{BAT_UVP_F}$ 到降压转换器关闭 SYS 输出的延迟时间			2.50		s
t_{GPIO}	GPIO 读取时间间隔			1.85		s
BAT 储能元件						
V_{BAT}	储能元件电压		2.4 (3)		4.4 (3)	V
$V_{BAT_UVP_F}$	停止向 SYS 供电前的 BAT 最低电压	BAT_SET[1:0] =00		2.46		V
		BAT_SET[1:0] =01/10		3.00		V
		BAT_SET[1:0] =11		3.50		V
$V_{BAT_UVP_R}$	开始向 SYS 供电所需的 BAT 电压	BAT_SET[1:0] =00		2.56		V
		BAT_SET[1:0] =01/10		3.20		V
		BAT_SET[1:0] =11		3.55		V
V_{BAT_REG}	BAT 端停止充电电压	BAT_SET[1:0] =00		3.80		V
		BAT_SET[1:0] =01		4.12		V
		BAT_SET[1:0] =10		4.35		V
		BAT_SET[1:0] =11		3.90		V
SYS 输出电压						
V_{SYS}	SYS 输出电压	SYS_SET[1:0] =01		2.2		V
		SYS_SET[1:0] =10		2.5		V
		SYS_SET[1:0] =11		2.8		V
内部供电与静态电流						
V_{VDD}	内部供电电压			1.8		V
$V_{VDD,RESET}$	内部电路正常工作的最小 VDD 电压			1.6		V

电参数（续）

T_A=25°C (除非特殊说明)

符号	参数	测试方法	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{VDD,START}$	首次上电时内部电路启动所需的最小 VDD 电压			1.85		V
I_{BAT1}	放电模式下的电池端静态电流	SYS 输出关断		400		nA
		SYS 输出启用		600		nA
I_{BAT2}	充电完成后电池端静态电流	SYS 输出关断		300		nA
		SYS 输出启用		500		nA
I_{SHIP}	船运模式下的电池端静态电流			10		nA

注释 1：光伏板的开路电压 V_{OC} 不得高于 V_{BAT_REG}。

注释 2：VBUS 电压必须高于 3.6V 且满足 $V_{VBUS} \geq V_{BAT}$+200mV，线性充电器才能工作。

注释 3：自定义模式下设置 $V_{BAT_UVP_F}$ 和 V_{BAT_REG} 的电压范围。

功能详细说明

概述

ET95641 集成了两个开关转换器，具备高转换效率的升压转换器和降压转换器。系统首次上电时，只要能量采集源能提供 275mV 的启动电压和 2μW 的微弱功率，ET95641 即可成功进行冷启动。

冷启动完成后，升压转换器开始工作，从采集端提取能量并传输至电池。该升压转换器具备源端采集电压的调节功能，从而实现从能量源到电池的高效率能量传输。

当电池电压（V_{BAT}）高于 $V_{BAT_UVP_R}$，降压转换器工作，为后级应用系统供电，并且降压转换器的输出电压由 SYS_SET[1:0]设置。

内置 5V 线性充电器可在长时间缺乏采集能源时提供快速充电功能，支持预充电/恒流/恒压充电模式，其充电参数可通过 BAT_SET[1:0]进行配置，充电电流则由 RISET 引脚的外部电阻设定。

冷启动

ET95641 可从 PV_CELL 或 VBUS 获取能量而冷启动。当 V_{BAT} 低于 $V_{BAT_UVP_F}$，冷启动电路为 ET95641 的内部电路供电（连接至 VDD）。当 V_{BAT} 大于 $V_{BAT_UVP_F}$，VDD 由 BAT 供电。

升压转换器

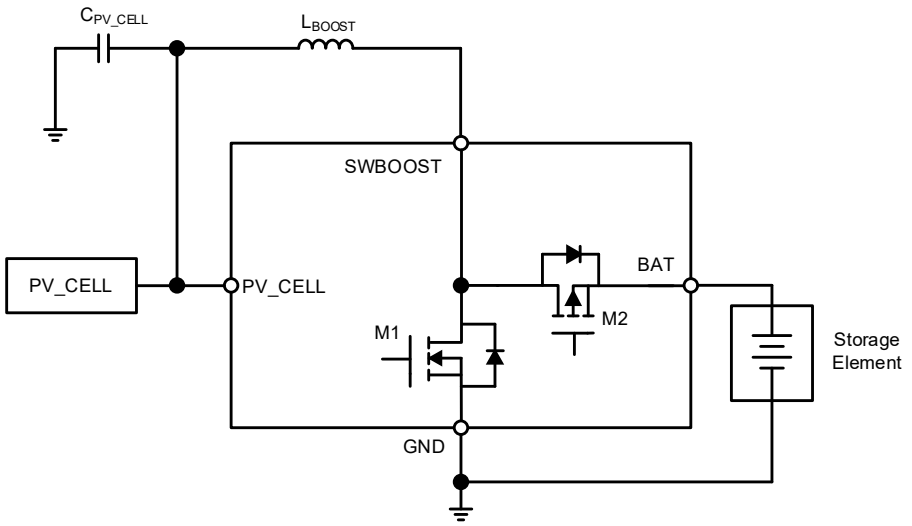


图 2. 升压转换器的简化框图

升压转换器可以从能量收集器提取能量并给电池充电，可由 BAT_SET[1:0]设置，电压范围 1.5V~4.4V，也可在自定义模式中由外部电阻定义。

能量源电压调节模块决定了能量源调节电压值（该电压值由 MPPT 模块动态确定）。外接电感 L_{BOOST} 和电容 C_{PV_CELL}。当 BOOST_SET=1 时，L_{BOOST} 的推荐值为 33 μH。电容 C_{PV_CELL} 的推荐值为 22 μF，用于防止升压转换器产生的电流脉冲对稳压电压造成影响。L_{BOOST} 的电感值和 BOOST_SET 设置决定了电感峰值电流。

以下情况中，升压转换器不工作：

- 能量源的开路电压V_{OC}小于V_{MPPT}的最小值0.12V，升压转换器不工作。
- 电池电压高于V_{BAT_REG}，升压转换器不工作。

BOOST_SET 引脚允许通过倍增 Boost 转换器的导通/关断时间来调节 L_{BOOST} 的峰值电流，如表 1 所示。该时间倍增系数越高，L_{BOOST} 的峰值电流就越大，从 PV_CELL 提取到 BAT 的平均源电流也越高。

电感中的峰值电流还取决于电感值本身。表 1 列出了针对每种时序设定值所需的最小电感值。

表 1. 升压转换器时序配置

配置引脚	功能	
BOOST_SET	时间倍增系数	最小 L_{BOOST} (μH)
0	x1	3.3
1	x3	10

最大功率点跟踪

ET95641 内置了最大功率点跟踪（MPPT）模块，该模块基于这样一个事实：对于多种能量采集器（如太阳能电池），在宽范围的采集条件下，其最大功率点电压（V_{MPPT}）与开路电压（V_{OC}）的比值保持恒定。对于光伏板而言，这意味着无论光照条件如何变化，V_{MPPT}/V_{OC} 的值保持不变，尽管这两个电压值都会随着光照强度的增加而升高。

不同的光伏板 MPPT 比值（V_{MPPT}/V_{OC}）也各不相同。用户必须根据所选的光伏板型号的规格设置该 MPPT 比值，以实现功率提取的最大化。该比值通过配置引脚 MPPT_R[2:0]进行设定，具体数值参照表 4。

MPPT 模块会周期性地检测开路电压 V_{OC}，以确保在任何时刻都能实现最优的功率提取。V_{OC} 评估的采样周期 $T_{MPPT,PERIOD}$ 和采样持续时间 $T_{MPPT,SAMPLING}$ 均通过配置引脚 MPPT_T[1:0]进行设定，具体数值参照表 4。每隔一个 $T_{MPPT,PERIOD}$ 周期，ET95641 会停止从能量源端提取功率，在 $T_{MPPT,SAMPLING}$ 时间段内等待输入源电压上升至其开路电压 V_{OC}，并对 V_{OC} 进行测量。

ET95641 支持多个 V_{MPPT} 电平，范围从 0.12V 到 0.9*V_{BAT}。它提供了 8 种不同的 V_{MPPT}/V_{OC} 值供用户选择。

线性充电器

ET95641 内置线性充电，支持预充电/恒流/恒压充电模式以实现电池快速充电。当 VBUS 高于 3.6V，且 BAT 电压低于 V_{BAT_REG} 高于 $V_{BAT_UVP_R}$ 时，线性充电器以恒流模式开始充电。若 BAT 电压低于 $V_{BAT_UVP_R}$，线性充电器则以预充电模式开始充电。当 BAT 电压接近 V_{BAT_REG} 时，线性充电器切换至恒压模式，此时，随着 V_{BAT} 达到 V_{BAT_REG}，充电电流会逐渐减小直至为零。

线性充电采用恒流/恒压工作模式。在恒流模式下，最大充电电流 I_{SET} 可通过在 RISET 引脚与 GND 之间连接一个电阻 R_{RISET} 来设定：

$$I_{SET}=50/R_{RISET}$$

请注意，R_{RISET} 的取值必须确保 I_{SET} 符合规定的电流范围。示例数值请参见表 2。

表 2. 用于设定线性充电电流的典型电阻值

电阻(Ω)	充电电流(mA)
R_{RISET}	I_{SET}
5000	10
2000	25
680	73.5
330	150

降压转换器

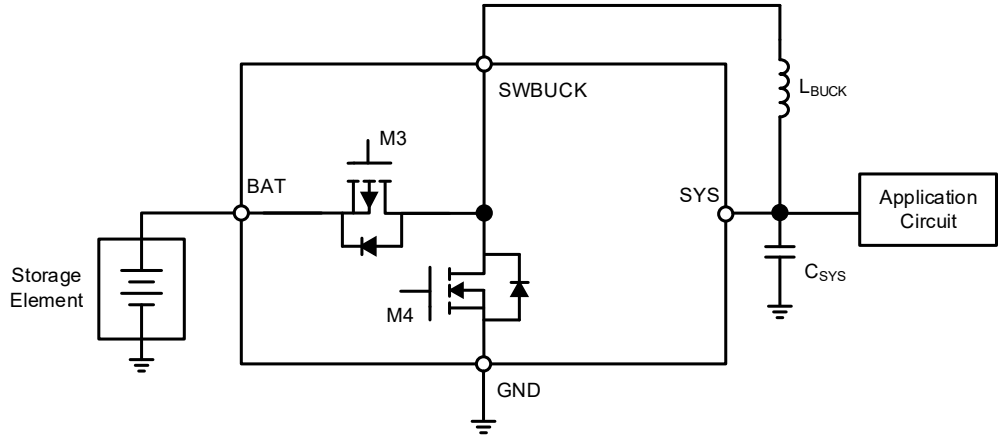


图 3. 降压转换器的简化框图

ET95641 内置了降压转换器，用于从电池提取能量并输出至 SYS 端。SYS 端的稳压电压 V_{SYS} 由 SYS_SET[1:0]引脚设定。

该电路需要外接一个电感 L_{BUCK} 和电容 C_{SYS}。L_{BUCK} 的推荐值为 10μH。C_{SYS} 的推荐值为 22μF，该电容用于防止因降压转换器产生的电流脉冲而导致稳压电压波动。

V_{SYS} 的设定是通过 SYS_SET[1:0]引脚完成的。

冷启动后，如果电池电压高于 $V_{BAT_UVP_R}$，降压转换器将开始工作并为 SYS 输出供电，直到电池电压低于 $V_{BAT_UVP_F}$ 且持续时间超过 t_{DEB}。

降压转换器在以下条件下将切换至“迟滞控制”（Hysteresis Control）模式：

- V_{BAT} - V_{SYS} < 0.25V。
- 当负载电流导致 V_{SYS} 过小，自动启用迟滞控制模式使得 V_{SYS} 上升。

表 3 展示了如何通过 SYS_SET[1:0]引脚配置 SYS 输出电压：

表 3. SYS_SET[1:0]引脚配置

引脚配置		SYS 电压(V)
SYS_SET[1:0]		V_{SYS}
0	0	OFF
0	1	2.2
1	0	2.5
1	1	2.8

降压转换器的输出电压不能设定得高于 $V_{BAT_UVP_F}$。因为在这种情况下，ET95641 将不会启动降压转换器。

状态机描述

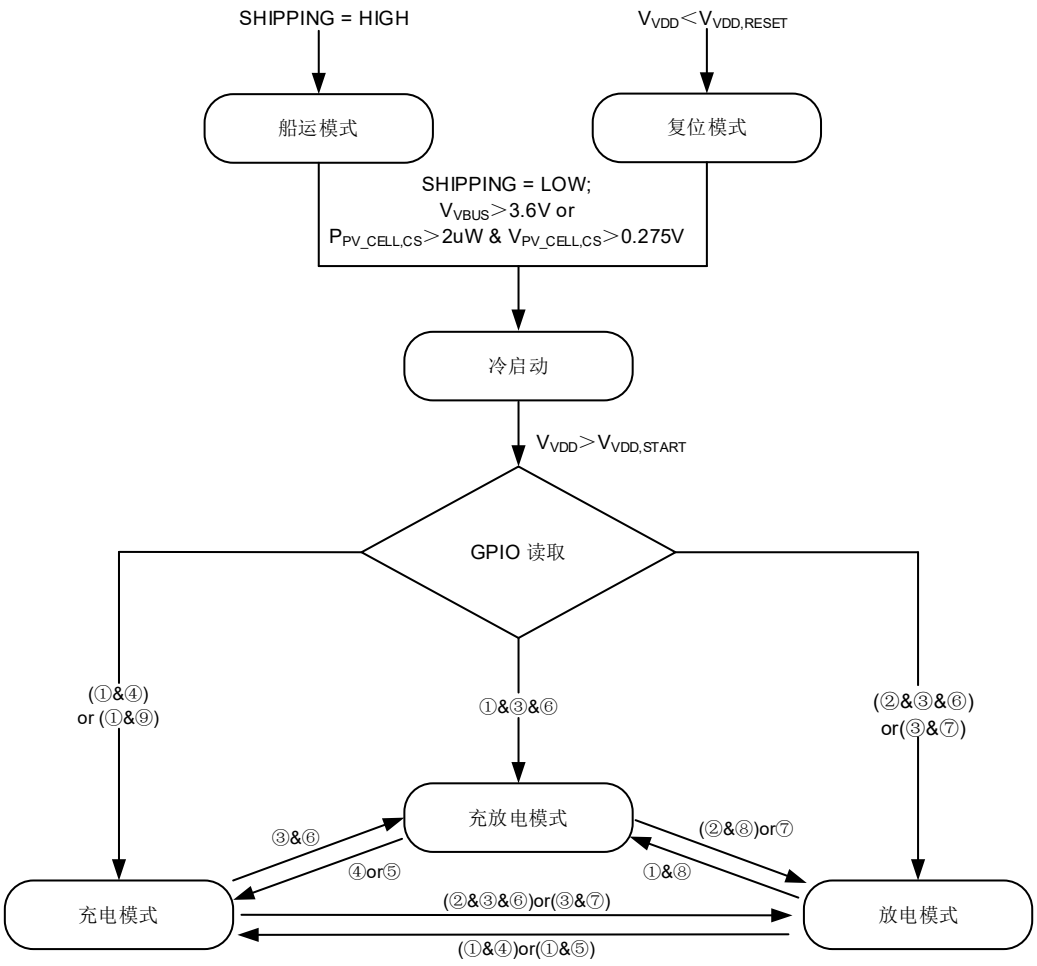


图 4. 状态机

① VBUS or PV CELL is on；
② No VBUS and no PV CELL；
③ SYS_SET[1:0]=01/10/11；
④ SYS_SET[1:0]=00；
⑤ V_{BAT} < $V_{BAT_UVP_F}$；
⑥ $V_{BAT_UVP_R}$ < V_{BAT} < V_{BAT_REG}；
⑦ V_{BAT} > V_{BAT_REG}；
⑧ $V_{BAT_UVP_F}$ < V_{BAT} < V_{BAT_REG}；
⑨ V_{BAT} < $V_{BAT_UVP_R}$；

- **复位模式**

ET95641 在以下情况下进入复位模式：

- V_{DD} < 1.6V（$V_{DD,RESET}$）。
- 船运模式使能（SHIPPING引脚为高）。

在复位状态下，ET95641 将会工作如下：

- 当V_{PV_CELL} > 0.275V且$P_{PV_CELL,CS}$ > 2μW 或V_{BUS} > 3.6V时，ET95641的冷启动电路开始工作，V_{DD}电压上升至1.85V。
- 随后，由VDD供电的内部电路将启动。
- STATUS为低。

ET95641 会保持在复位模式，直到 V_{DD} 达到 1.85V。如果 V_{DD} < 1.6V，ET95641 将会再次切回复位模式。

如果使能船运模式，升压转换器和降压转换器都被关闭，ET95641 会保持复位状态直到 SHIPPING 置低，船运模式关闭。

➢ **GPIO 读取**

在 GPIO 读取期间，ET95641 会每隔一段时间读取一次 GPIO 设置，同时，芯片内置的 ADC 会检测电池和能量输入源的电压，并将其与内部参考电压进行比较。

ET95641 将根据在 GPIO 读取过程中获取的参数进入下一个状态。

➢ **充电模式**

在充电模式时，电池由 VBUS 或能量源 PV CELL 充电，该模式下 SYS 关闭输出。

ET95641 在以下情况下，会进入充电模式：

- VBUS或PV CELL打开。
- V_{BAT} < $V_{BAT_UVP_R}$或SYS_SET[1:0] = 00。

➢ **放电模式**

在放电模式中，从 VBUS 或能量源 PV CELL 的充电电流被关闭，使能 SYS 输出启用。

ET95641 在以下情况下，会进入放电模式：

- V_{BAT} > V_{BAT_REG}或（无VBUS且无PV CELL）。
- V_{BAT} > $V_{BAT_UVP_R}$且SYS_SET[1:0] = 01/10/11。

➢ **充放电模式**

在充放电模式，电池由 VBUS 或能量源 PV CELL 供电，使能 SYS 输出启用。

ET95641 在以下情况下，会进入充放电模式：

- $V_{BAT_UVP_R}$ < V_{BAT} < V_{BAT_REG}且（VBUS或PV CELL在位）。
- SYS_SET[1:0] = 01/10/11。

➢ **状态引脚**

STATUS 引脚是推挽输出，其逻辑输出如下：

- 当在船运模式、复位模式、VBAT < $V_{BAT_UVP_F}$时为低。
- 其他情况下为高。

GPIO 设置

配置引脚读取

冷启动后，ET95641 会每隔 t_{DEB} 读取一次配置引脚的状态。这些配置引脚支持动态修改。除了 SHIP_MODE 引脚，其他悬空的配置引脚均被读取为高电平。SHIP_MODE 引脚若悬空，则被读取为低电平。

MPPT 配置

配置最大功率点跟踪（MPPT）需要两个必要的参数。第一个参数是 MPPT 比值 MPPT_R，需要根据输入源的特性进行选择，该参数通过配置引脚 MPPT_R[2:0]进行设定。

第二个参数用于配置 VOC 评估的采样周期 $T_{MPPT,PERIOD}$ 和采样持续时间 $T_{MPPT,SAMPLING}$，该参数通过配置引脚 MPPT_T[1:0]进行设定。

表 4. MPPT 比值和采样周期配置

配置引脚			功能	配置引脚		功能	
MPPT_R[2:0]			V_{MPPT}/V_{OC}	MPPT_T[1:0]		$T_{MPPT,PREIOD}$ (s)	$T_{MPPT,SAMPLING}$ (s)
0	0	0	35%	0	0	15	0.25
0	0	1	50%	0	1	15	0.50
0	1	0	65%	1	0	25	0.25
0	1	1	70%	1	1	25	0.50
1	0	0	75%				
1	0	1	80%				
1	1	0	85%				
1	1	1	90%				

储能元件阈值设置

配置储能元件电压阈值 $V_{BAT_UVP_F}$，$V_{BAT_UVP_R}$ 和 V_{BAT_REG} 有如下两种方法：

- 通过BAT_SET[1:0]引脚配置。
- 使用自定义模式配置。

➢ **GPIO 配置引脚**

储能元件保护阈值 $V_{BAT_UVP_F}$，$V_{BAT_UVP_R}$ 和 V_{BAT_REG} 可通过 BAT_SET[1:0]配置，如表 5 所示。

表 5. 储能元件 BAT_SET[1:0]引脚配置

配置引脚		过放电压(V)	放电开启电压(V)	过充电压(V)	预充电/恒流充电比率
BAT_SET[1:0]		$V_{BAT_UVP_F}$	$V_{BAT_UVP_R}$	V_{BAT_REG} (4)	
0	0	2.46	2.56	3.80	30%
0	1	3.00	3.20	4.12	10%
1	0	3.00	3.20	4.35	10%
1	1	3.50	3.55	3.90	10%

注释 4： V_{BAT_REG} 的电压设定值适用于能量源 PV_CELL 充电。
若使用 VBUS 线性充电，此电压将设定为 V_{BAT_REG} -60mV 以保护储能元件。
若设置 BAT_SET[1:0] = 00，则 2.8V 的 SYS 电压档位设定无效，仅 2.2V/2.5V 的设置有效。

➢ **自定义模式**

当 CUSTOM 引脚没有连至 GND，选中自定义模式后，BAT_SET[1:0]引脚设置失效，四个配置电阻必须如图 5 所示连接：

$V_{BAT_UVP_F}$，$V_{BAT_UVP_R}$ 和 V_{BAT_REG} 由 R1，R2，R3 和 R4 决定。RT 定义，R1，R2，R3 和 R4 的计算公式如下：

- RT = R1+R2+R3+R4
- 100kΩ ≤ RT ≤ 400kΩ
- R1 = RT*(0.5V/V_{BAT_REG})
- R2 = RT*(0.5V/$V_{BAT_UVP_R}$ – 0.5V/V_{BAT_REG})
- R3 = RT*(0.5V/$V_{BAT_UVP_F}$ – 0.5V/$V_{BAT_UVP_R}$)
- R4 = RT-(R1+R2+R3)

为确保芯片工作正常，必须满足以下约束条件：

- 2.40V < $V_{BAT_UVP_F}$ < 3.58V
- 2.46V < $V_{BAT_UVP_R}$ < 3.64V
- 2.70V < V_{BAT_REG} < 4.4V
- $V_{BAT_UVP_R}$ +0.05V < V_{BAT_REG} < 4.4V
- $V_{BAT_UVP_F}$ + 0.05V < $V_{BAT_UVP_R}$ < V_{BAT_REG} -0.05V
- V_{SYS} < $V_{BAT_UVP_F}$

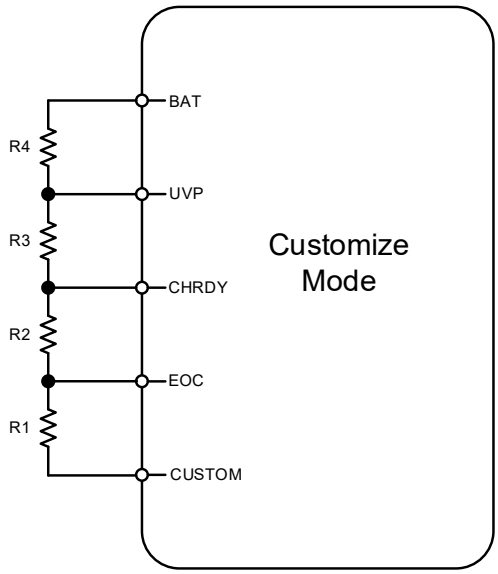


图 5. 自定义配置电阻

典型应用电路

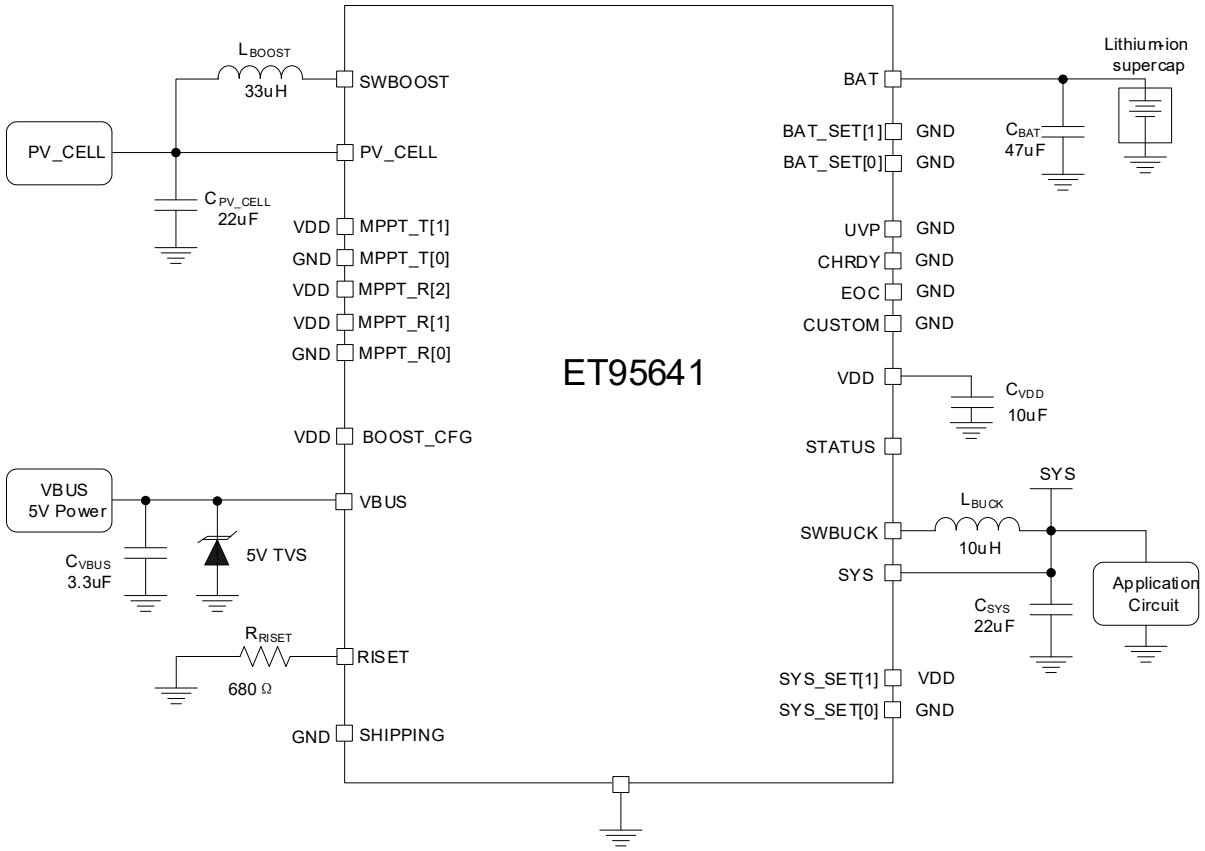


图 6. 典型应用电路

PV_CELL 配置

能量源为室内光伏电池时，其最大功率点跟踪（MPPT）比值有85%。PV_CELL配置如下：

- MPPT_R[2:0] = 110（85%比值）
- MPPT_T[1:0] = 10（$T_{MPPT,PREIOD}$ = 25s; $T_{MPPT,SAMPLING}$ = 0.25s）
- BOOST_SET = 1（x3 升压倍增时间）
- L_{BOOST} = 33μH（实现3倍升压时间下的最佳效率）

BAT 配置

储能元件为锂离子超级电容器时，储能元件的阈值电压设置如下：

- BAT_SET[1:0] = 00
- $V_{BAT_UVP_F}$ = 2.46V
- $V_{BAT_UVP_R}$ = 2.56V
- V_{BAT_REG} = 3.8V
- 若自定义模式不使用，则CUSTOM，UVP，CHRDY和EOC引脚连接至GND。

SYS 配置

后级应用电路由 2.5V 的 SYS 电压供电，降压转换器的配置如下：

- SYS_SET[1:0] = 10（2.5V SYS电压）
- L_{BUCK} = 10μH

线性充电器配置

串联电阻为 680Ω，使得最大电流为 73.5mA。

- R_{RISET} = 680Ω
- I_{SET} = 73.5mA

船运模式配置

船运模式不使用时：

- SHIPPING连接至GND。

典型工作特性

升压转换效率 (L_{BOOST} = 33μH,BOOST_SET = 1):

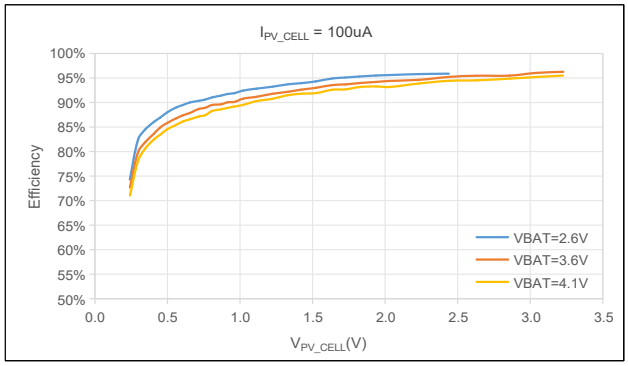


图 7. 升压转换效率(I_{PV_CELL}=100μA)

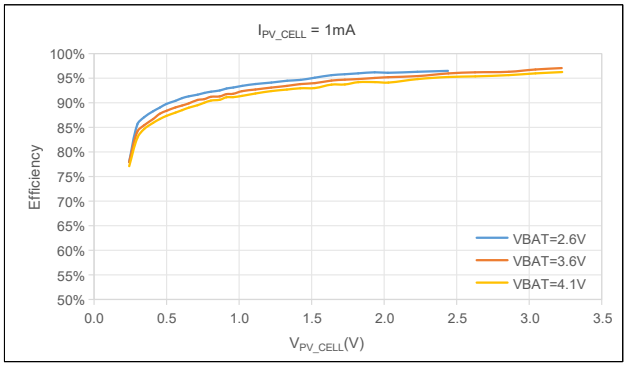


图 8. 升压转换效率(I_{PV_CELL}=1mA)

降压转换效率 (L_{BUCK} = 10μH):

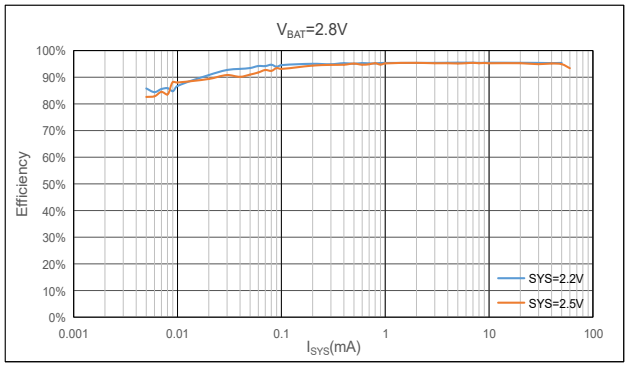


图 9. 降压转换效率(V_{BAT}=2.8V)

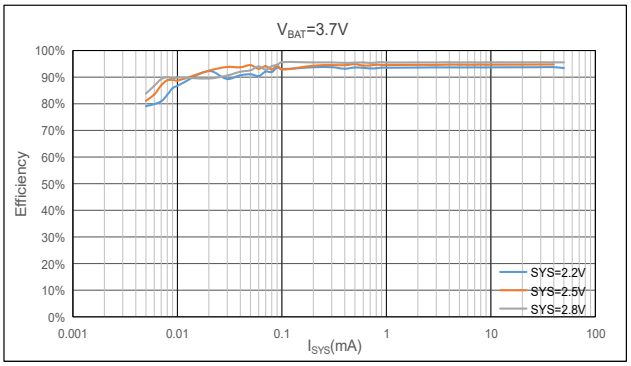
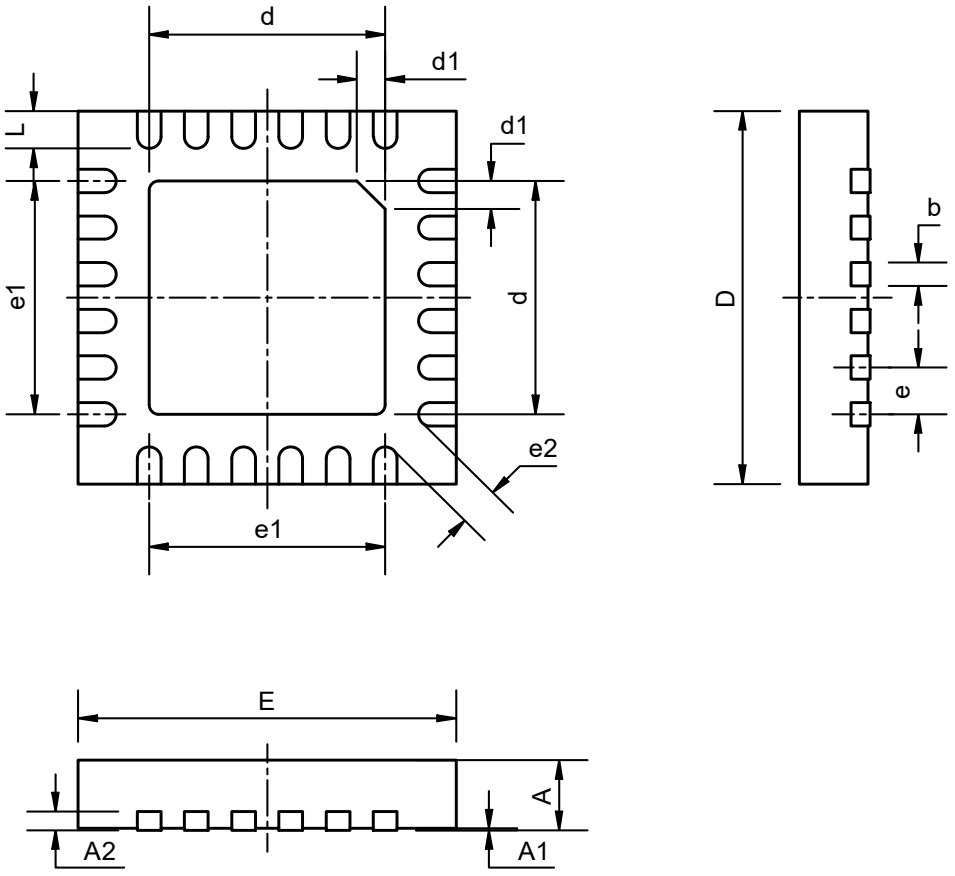


图 10. 降压转换效率 (V_{BAT}=3.7V)

封装尺寸

QFN24(4*4)



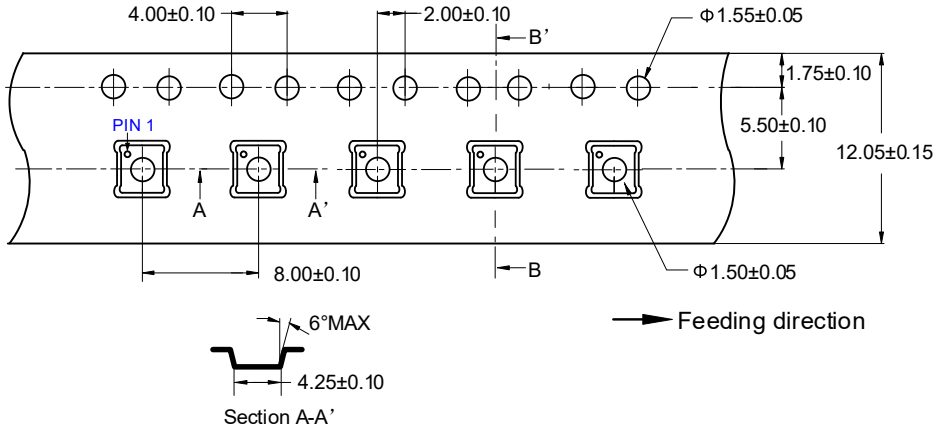
COMMON DIMENSIONS

(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

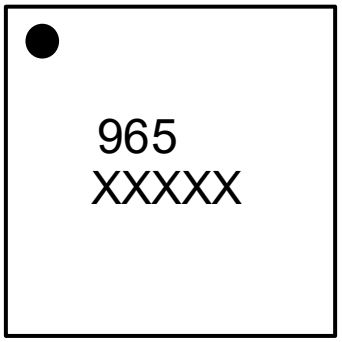
SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A2	0.18	0.20	0.25
b	0.18	0.24	0.30
D	3.90	4.00	4.10
d	2.40	2.60	2.80
d1	0.30	0.35	0.40
E	3.90	4.00	4.10
e	0.50 BSC		
e1	2.30	2.50	2.70
e2	0.40	0.45	0.50
L	0.35	0.40	0.45

编带信息

QFN24(4*4)



丝印标记



965 – Part Number

XXXXX – Tracking Number

Note：X (Tracking Number) is variable, according to the wafer lot number.

修订历史和检查表

Version	Date	Revision Item	Modifier	Function & Spec Checking	Package & Tape Checking
1.0	2026-03-24	Official Chinese Version	Wang Hao	Xia Yong Jie	Liu Jia Ying