

# MAX17710

## 能量收集充电器和保护器

### 概述

### 特性

MAX17710是一个完整的微能量存储电池(例如, Infinite Power Solutions的THINERGY®微能量电池(MEC))的充电、保护系统。该IC能够管理输出范围从1μW至100mW功率极其微弱的能量收集器件。器件内部包括boost升压电路, 能够从低至0.75V (典型值) 的电源为电池充电。内部转换器能够保护电池不发生过充。

利用低压差(LDO)线性稳压器为目标应用提供稳压供电, 可选择3.3V、2.3V或1.8V稳压输出。输出调节器可选择工作在低功率模式或超低功率模式, 以降低电池损耗。内部电压保护电路可防止电池过放电。

器件采用3mm x 3mm x 0.5mm、12引脚超薄UTDFN封装。

- ◆ 集成电源管理IC, 用于能量存储和负载管理
- ◆ 锂电池充电器
  - 1nA待机 $I_{QBATT}$
  - 625nA线性充电
  - 1μW boost充电
- ◆ 锂电池欠压保护
- ◆ 充电器过压保护
- ◆ 1.8V、2.3V或3.3V LDO (150nA  $I_{QBATT}$ )
- ◆ 锂电池输出缓冲
- ◆ 3mm x 3mm x 0.5mm超薄UTDFN封装

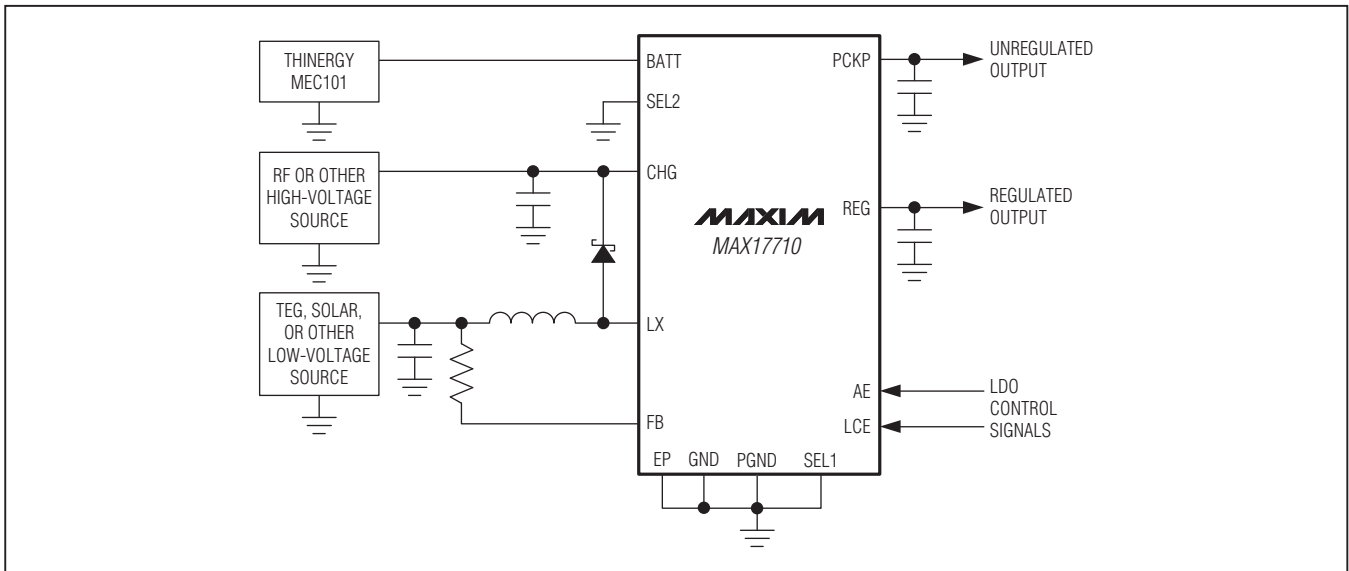
### 应用

智能卡	医疗设备
远端无线传感器	高温应用
存储器和实时时钟备份电源	军事/DoD和航空
半有源RFID标签	玩具

订购信息在数据资料的最后给出。

相关型号以及配合该器件使用的推荐产品, 请参见: [china.maxim-ic.com/MAX17710.related](http://china.maxim-ic.com/MAX17710.related)。

### 工作电路简图



THINERGY是Infinite Power Solutions, Inc.的注册商标。

## 能量收集充电器和保护器

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

BATT to GND.....	-0.3V to +6V	Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ )
CHG to GND .....	-0.3V to +6V	12-Pin UTDFN (derate 15mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ ) .....
LX to PGND .....	-0.3V to +6V	Operating Temperature Range .....
GND to PGND .....	-0.3V to +0.3V	Junction Temperature .....
FB, AE, LCE, SEL1, SEL2, REG,		Storage Temperature Range.....
PCKP to GND.....	-0.3V to $V_{BATT} + 0.3V$	Lead Temperature (soldering, 10s) .....
CHG Continuous Current		Lead Temperature (reflow).....
(limited by power dissipation of package) .....	100mA	

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CHG} = +4.3V$ , [Figure 1](#),  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CHG Input Maximum Voltage		Limited by shunt regulator (Note 2)	4.875	5.3	5.7	V
CHG Enable Threshold	$V_{CE}$		4.07	4.15	4.21	V
CHG Quiescent Current	$I_{QCHG}$	$V_{CHG} = 4.0V$ rising, $V_{BATT} = 4.0V$		625	1300	nA
CHG Shunt Delay				25		$\mu\text{s}$
CHG Input Shunt Limit		(Note 2)			50	mA
CHG Maximum Input Current		$V_{CHG}$ input current limited by Absolute Maximum Ratings	50	100		mA
CHG-to-BATT Dropout Voltage		$V_{CHG} = 4.0V$ , $I_{CHG} = 1\mu\text{A}$		45		mV
		$V_{CHG} = 4.0V$ , $I_{BATT} = -6\text{mA}$		55		
		$V_{CHG} = 4.0V$ , $I_{BATT} = -20\text{mA}$		65		
		$V_{CHG} = 4.0V$ , $I_{BATT} = -40\text{mA}$		100		
<b>BATT REG</b>						
BATT Regulator Voltage			4.065	4.125	4.160	V
BATT Regulation Delay		$V_{CHG} = 4.2V$ , starting at 4V		30		$\mu\text{s}$
BATT Quiescent Current	$I_{QBATT}$	Regulator in dropout; $V_{CHG} = 4.15V$ , $V_{BATT} = 4.12V$		450	1030	nA
		Harvest standby (AE pulse low) $V_{CHG} = 0V$ , $V_{BATT} = 2.1V$ to $4.0V$		1	165	
		AE regulator on, boost off; $V_{CHG} = 0V$ , $V_{BATT} = 4.0V$ , AE high		725	1650	
		LCE regulator on, boost off; $V_{BATT} = 4.0V$ , LCE mode (Note 3)		150	550	

## 能量收集充电器和保护器

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{CHG} = +4.3V$ , [Figure 1](#),  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>LINEAR LDO REGULATOR</b>						
REG Voltage		$V_{PCKP} = 4.0V$ , $I_{REG} = 50\mu A$ , SEL1 = open	3.22	3.3	3.37	V
		$V_{PCKP} = 4.0V$ , $I_{REG} = 50\mu A$ , SEL1 = GND	2.25	2.3	2.375	
		$V_{PCKP} = 4.0V$ , $I_{REG} = 50\mu A$ , SEL1 = BATT	1.75	1.8	1.9	
REG Voltage, LCE Mode (Note 3)		$V_{PCKP} = 4.0V$ , $I_{REG} = 50\mu A$ , SEL1 = open	2.9	3.3	3.7	V
		$V_{PCKP} = 4.0V$ , $I_{REG} = 50\mu A$ , SEL1 = GND	2.1	2.3	2.5	
		$V_{PCKP} = 4.0V$ , $I_{REG} = 50\mu A$ , SEL1 = BATT	1.6	1.8	2.05	
REG Current Limit		$V_{REG} = 2.15V$ , $V_{PCKP} = 3.8V$ , AE high	75			mA
		$V_{REG} = 2.15V$ , $V_{PCKP} = 3.8V$ , LCE mode (Note 3)	50			$\mu A$
REG Startup Time		$V_{PCKP} = 4.0V$ , AE rising, $C_{REG} = 1\mu F$		5.3		ms
LCE Threshold High (Note 4)	$V_{IH-LCE}$	SEL1 = open	2.175			V
		SEL1 = GND	1.575			
		SEL1 = BATT	1.30			
LCE Threshold Low (Note 5)	$V_{IL-LCE}$	SEL1 = open			0.9	V
		SEL1 = GND			0.6	
		SEL1 = BATT			0.5	
<b>PCKP REGULATOR</b>						
AE Threshold High	$V_{IH-AE}$		1.13			V
AE Threshold Low	$V_{IL-AE}$				0.15	V
AE Low Input Current		$V_{AE} = 0V$ , persists $< 1\mu s$	-4	-2		$\mu A$
		$V_{AE} = 0V$ , persists $> 1\mu s$		1		nA
AE High Input Current		$V_{AE} = 3.6V$		1		nA
PCKP Enable Threshold		REG enabled	3.62	3.7	3.78	V
PCKP Charge Current		$V_{PCKP} = 0V$ , $V_{BATT} = 2.2V$		100		mA
PCKP Impedance Ramp Rate		$V_{BATT} = 4.0V$ , resistance between BATT and PCKP from high impedance to $5\Omega$		5		ms
BATT Undervoltage Lockout (UVLO) Delay	$t_{UVLO1}$	$V_{BATT} = 2.15V$ , AE high, first ramp of PCKP		5		s
BATT UVLO Delay	$t_{UVLO2}$	$V_{BATT} = 2.15V$ , AE high, not first PCKP ramp		0.5		ms
BATT UVLO Threshold		AE regulator active, LCE regulator inactive	1.990	2.15	2.30	V
		LCE regulator active, AE regulator inactive		3		

## 能量收集充电器和保护器

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)**

( $V_{CHG} = +4.3V$ , [Figure 1](#),  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>BOOST REGULATOR</b>						
CHG Regulation Voltage		$V_{BATT} = 4.125V$	4.3	4.5	4.7	V
Frequency		$V_{BATT} = 3.9V$ , $V_{CHG} = 3.95V$	0.73	1	1.27	MHz
Boost Turn-On Time	$t_{BOOST-ON}$	Design guidance, typical only		850		ns
FB Threshold	$FB_{ON}$	Rising (enable)	0.485	0.75	1.0	V
	$FB_{OFF}$	Falling (disable), $V_{CHG} = 3.8V$	0.22	0.25	0.27	
FB Input Current Low		$V_{FB} = GND$ , momentary		600		nA
LX nMOS On-Resistance	$R_{DS-ON}$	$I_{LX} = 20mA$ , $V_{BATT} = 3.8V$ , $SEL2 = GND$	0.275	0.5	0.7	$\Omega$
		$I_{LX} = 10mA$ , $V_{BATT} = 3.8V$ , $SEL2 = open$	4	8	12	

**Note 1:** Specifications are 100% production tested at  $T_A = +25^{\circ}C$ . Limits over the operating temperature range are guaranteed by design and characterization.

**Note 2:** Since the CHG shunt regulator has a  $25\mu s$  delay, the user must limit the voltage to the Absolute Maximum Rating until the internal CHG shunt provides the voltage limit at the pin in response to 50mA input. Larger currents must be shunted with an external clamp to protect the CHG pin from damage.

**Note 3:** LCE mode is entered by pulsing AE high, then pulsing AE low.

**Note 4:** For logic-high, connect LCE to the REG output. Do not connect to the BATT or PCKP pins.

**Note 5:** Since LCE is compared to the REG pin voltage for operation, the low-power regulator cannot be switched off under conditions where the REG output is shorted to GND.

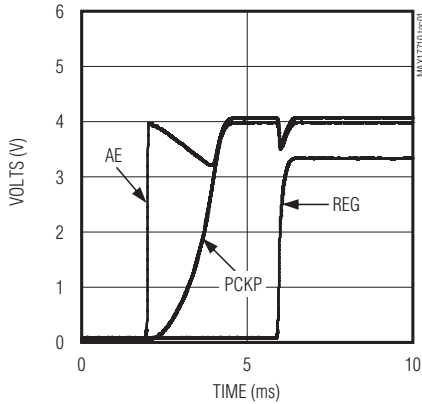
## 能量收集充电器和保护器

表1. 典型静态电流与工作条件对应关系汇总

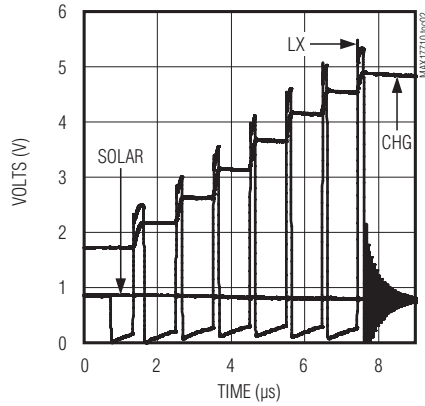
NAME	MODE	CONDITIONS	I <sub>QBATT</sub> (nA)	I <sub>QCHG</sub> (nA)	TOTAL QUIESCENT CURRENT (nA)
Standby	Cell Connection: Regulator outputs off, no charger present	Cell connected to circuit during assembly	1	—	1 (from cell)
Shutdown	UVLO or Shutdown: Regulator outputs off, no charger present	V <sub>BATT</sub> falls below 2.15V or AE and LCE pulsed low	1	—	1 (from cell)
Full Charge	Charger Present: Regulator outputs off, cell charging	V <sub>CHG</sub> = 4V, V <sub>CHG</sub> > V <sub>BATT</sub> , AE pulsed low	1	625	626 (from energy-harvesting cell); <b>can harvest down to 1μW</b>
Dropout Charge	Charger in Dropout: Regulator outputs off, charger present, but below regulation voltage	V <sub>CHG</sub> = 4.15V, V <sub>BATT</sub> = 4.12V, AE pulsed low	450	—	450 (from cell)
AE Active	AE Regulator On: Boost off, no charge source present	AE pulsed high	725	—	725 (from cell)
AE and LCE Active	AE and LCE Regulators On: Boost off, no charge source present	LCE pulsed high after AE pulsed high	875	—	875 (from cell)
LCE Active	LCE Regulator On: Boost off, no charge source present	AE pulsed high, then LCE pulsed high, then AE pulsed low	150	—	150 (from cell)

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

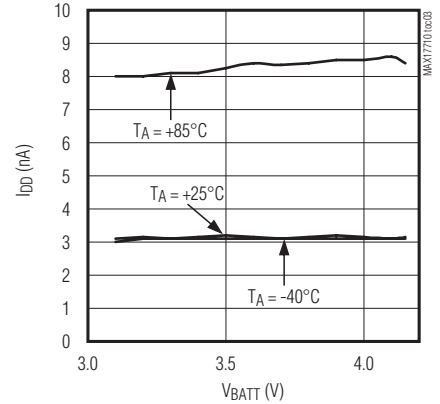
**REGULATOR STARTUP**



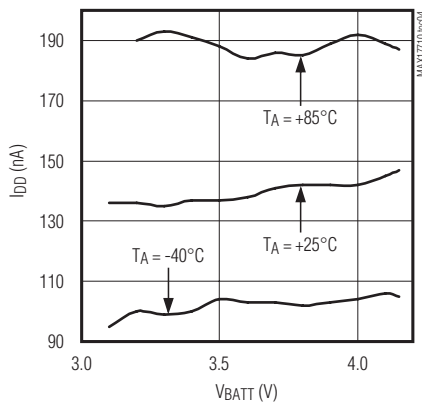
**BOOST STARTUP**



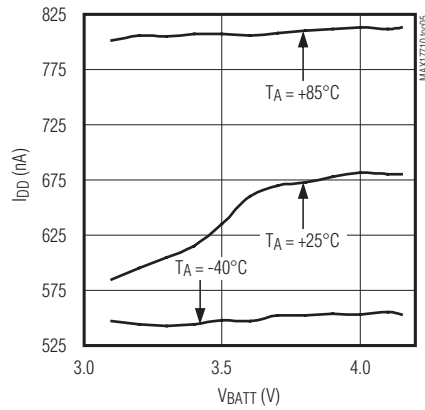
**I<sub>DD</sub> vs. V<sub>BATT</sub> OVERTEMPERATURE  
LCE AND AE AND SEL1 = GND**



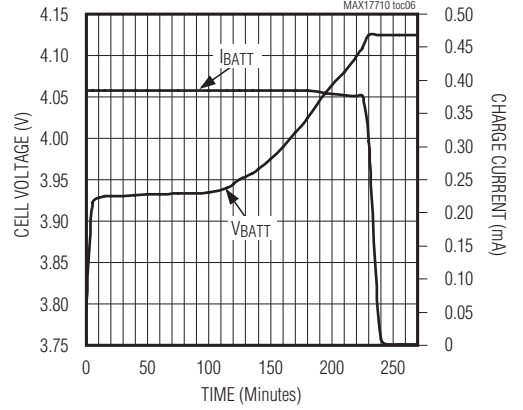
**I<sub>DD</sub> vs. V<sub>BATT</sub> OVERTEMPERATURE  
LCE = VREG, AE, AND SEL1 = GND**



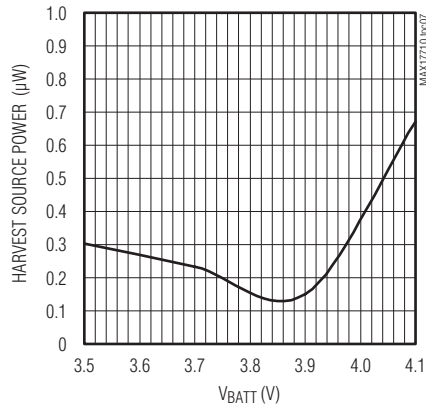
**I<sub>DD</sub> vs. V<sub>BATT</sub> OVERTEMPERATURE  
AE = BATT, LCE, AND SEL1 = GND**



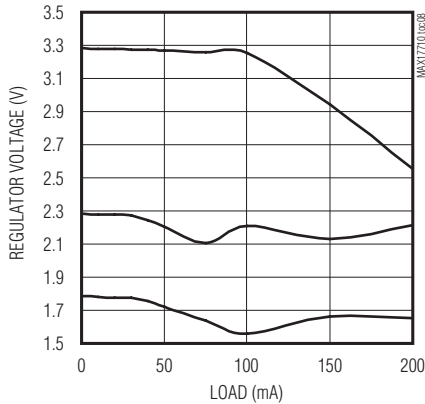
**MEC101 CELL CHARGE PROFILE  
2.5mW CHARGE SOURCE**



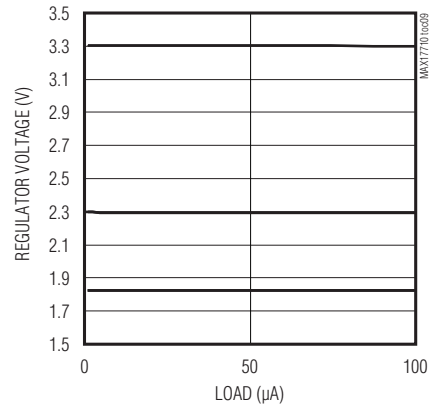
**BOOST CIRCUIT BREAK-EVEN  
THRESHOLD vs. CELL VOLTAGE  
(STANDARD APPLICATION CIRCUIT)**



**AE LOAD REGULATION**

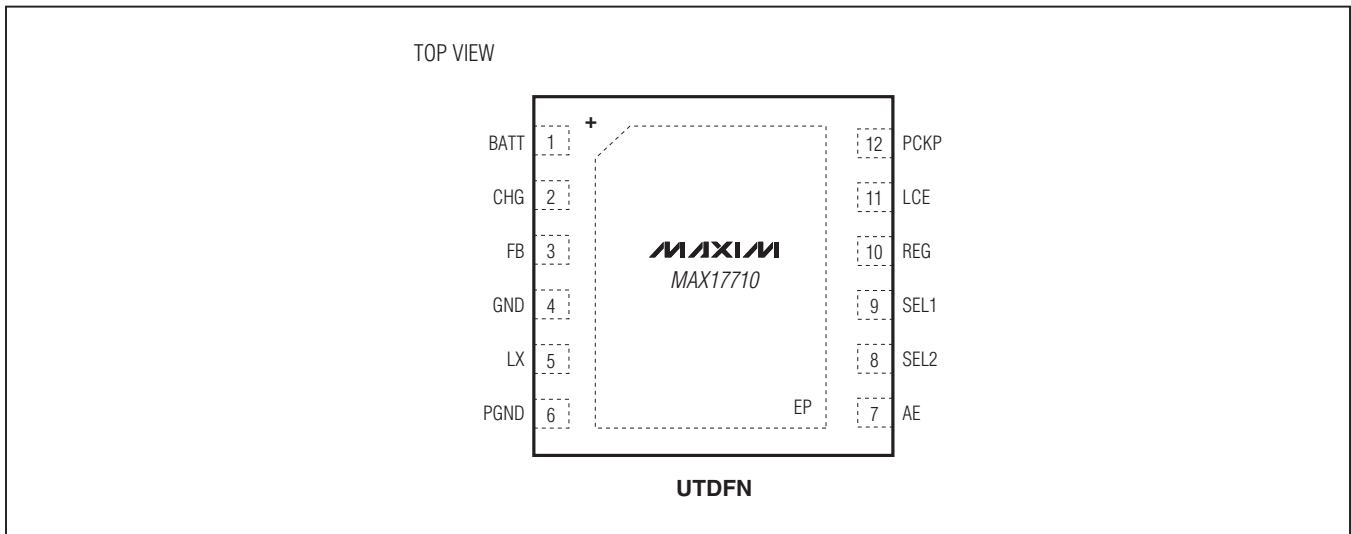


**LCE LOAD REGULATION**



## 能量收集充电器和保护器

### 引脚配置

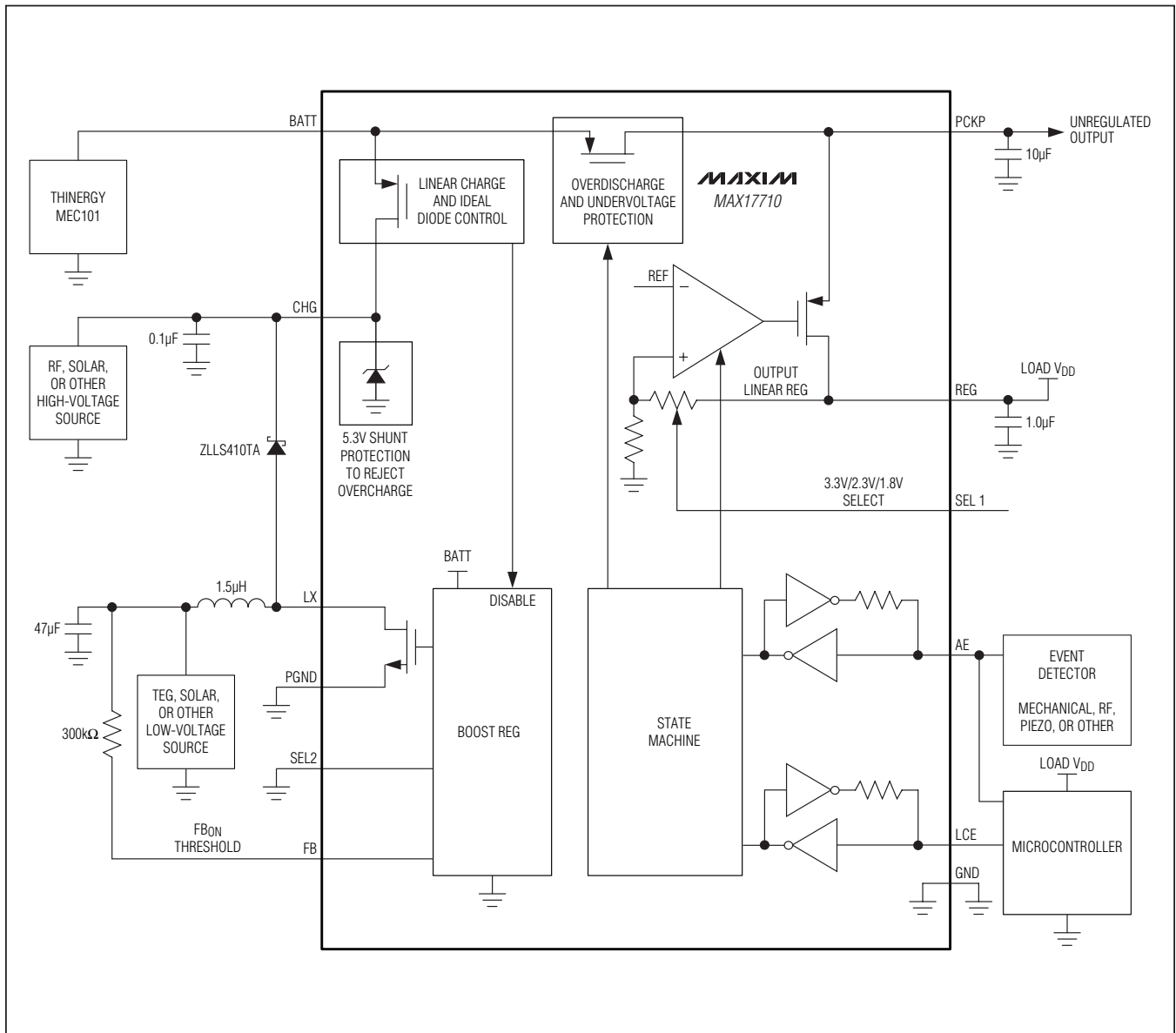


### 引脚说明

引脚	名称	功能
1	BATT	电池输入，连接至电池正端，无需旁路电容。
2	CHG	充电输入，IC利用加至该引脚的电源为电池充电。连接至boost电路的输出，或者直接连接至4.21V或更高的充电电源。
3	FB	Boost使能控制。将该引脚驱动至 $FB_{ON}$ 门限以上时，使能boost电路；将该引脚驱动至 $FB_{OFF}$ 门限以下时，禁用boost电路。
4	GND	器件地，连接至系统地。
5	LX	Boost输入，控制流过外部boost电感的电流。
6	PGND	功率地，连接至系统地。
7	AE	有效工作使能。驱动为高电平时，使能大功率稳压器输出；驱动至低电平时，禁用稳压器输出。
8	SEL2	Boost $R_{DS-ON}$ 选择，典型应用中，将该引脚连接至系统地，选择 $0.5\Omega$ boost $R_{DS-ON}$ 。
9	SEL1	稳压器电压选择。该引脚接地时，选择2.3V稳压输出；浮空时，选择3.3V稳压输出；连接至BATT引脚时，选择1.8V稳压输出。
10	REG	稳压器输出，连接至负载电路。利用 $1\mu F$ (典型值) 电容旁路至系统地。
11	LCE	低电流模式使能，大电流稳压输出使能的前提下，将该引脚驱动至高电平，则使能低电流稳压输出；将其驱动至低电平，则禁用低电流稳压输出。
12	PCKP	电池组保护输出，在PCKP端连接一个外部电容，为负载提供能量缓冲，特别是在低温环境下(见表4)。PCKP用于脉冲电流储能。
—	EP	裸焊盘，接GND。

## 能量收集充电器和保护器

原理框图





## 能量收集充电器和保护器

### 详细说明

#### 工作原理

MAX17710控制与能量收集管理相关的两个主要功能：带过充保护的低容量电池充电和带过放电保护的LDO稳压器。除保护功能外，充电与稳压彼此独立工作。

电池连接至BATT引脚时，器件初始上电。这种状态下，器件仅从电池吸入1nA（典型值）电流，此时禁止LDO功能。只有施加充电器，且 $V_{CHG}$ 升高到4.15V ( $V_{CE}$ )以上时，器件才开始全速工作并允许放电。

#### 充电稳压器工作原理

器件利用连接至CHG引脚的外部能源为电池充电。只要CHG电压高于BATT电压，能量收集电路即可直接将电流送入电池，无需器件的任何介入。CHG升高至 $V_{CE}$ 以上时，输入线性稳压器开启，将充电电压限制在4.125V，保护电池不发生过充。同时，复位UVLO，允许LDO为负载供电。这将释放CHG超出 $V_{CE}$ 产生的闭锁，并在断开充电电源后仍然保持有效。电源最初作用到BATT引脚时，关闭该锁存状态。

充电时，器件从CHG电源消耗大约625nA电流，直到CHG电压超过4.15V。达到4.15V以上时，IC进入压差模式，BATT静态电流可从1nA升高至450nA。

#### CHG并联稳压管

只要收集到的能量将CHG引脚拉高至5.3V以上，内部并联稳压器将开启对地通路，限制CHG引脚的电压。内部并联稳压管通路可承受高达50mA的电流。如果收集能源可能超出这一功率限制，则需要增加外部保护电路以防损坏器件。图1所示为从高压充电电源收集能量的典型充电电路。注意，从高压源充电时，建议在CHG引脚安装0.22 $\mu$ F电容，以保持并联稳压管稳定工作。

应用电路中，电池可由多个高压收集能源充电。只要任一收集能源的电压高于电池电压，则可直接充电。如果任何一路充电电源超出4.15V，器件将进入限流模式，将电池电压稳定在4.125V。如果任一充电电源超过5.3V，内部CHG并联稳压管导通，可通过器件对地释放高达50mA的电流，以保护CHG引脚。

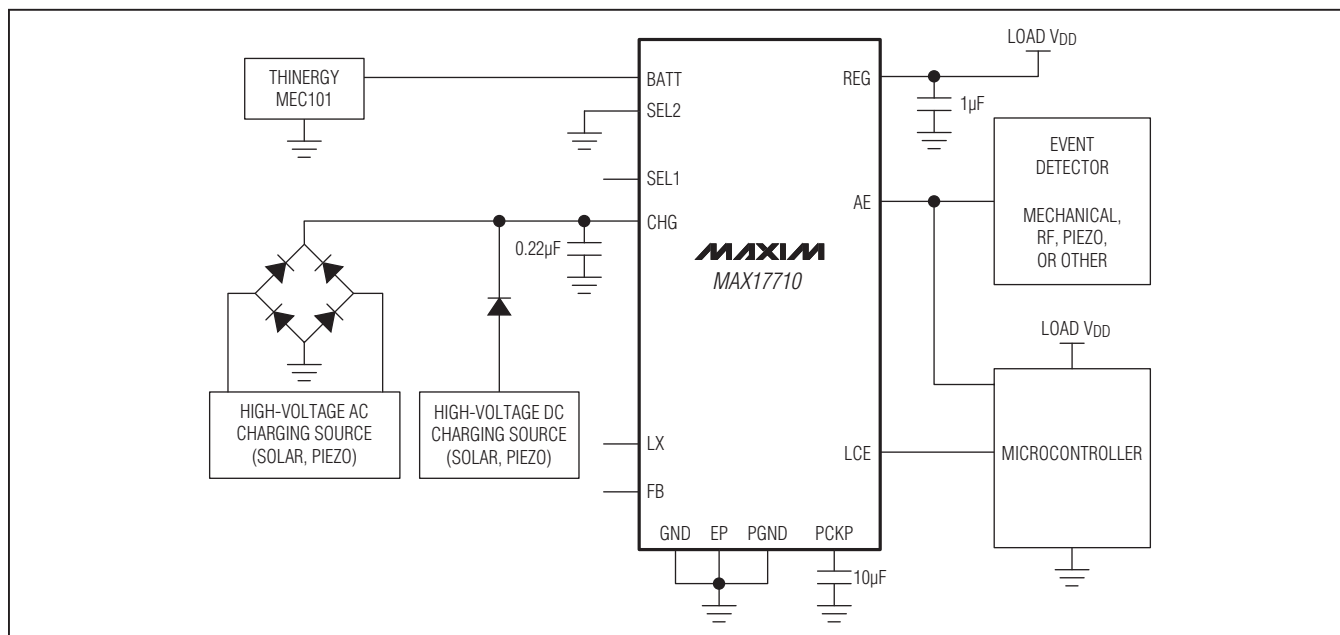


图1. 从高压充电电源收集能量的典型充电电路

## 能量收集充电器和保护器

### Boost稳压器工作原理

器件包括简单的boost稳压控制器，可从低压太阳能或热电发生器(TEG)收集能量。工作在脉冲收集模式时，boost转换器能够收集最低 $1\mu\text{W}$ 左右的能量；工作在连续转换模式时，可收集高达 $100\text{mW}$ 的能量。对于 $0.8\text{V}$ 收集能源和 $4.1\text{V}$ 电池，只要收集能源可以支持足够的功率，器件即可提供 $20\text{mA}$  ( $80\text{mW}$ )充电电流，图2所示为从低压太阳能电池阵列收集能量的典型boost应用电路。

应用电路中，太阳能电池阵列对 $47\mu\text{F}$ 收集能源电容进行充电，直到FB电压超过 $\text{FB}_{\text{ON}}$ 门限。此时，拉低LX引脚，强制电流通过外部电感。LX开始产生固定频率 $1.0\text{MHz}$ 、90%占空比脉冲信号。器件每次释放LX时，外部电感将强制LX电压高于CHG，对 $0.1\mu\text{F}$  CHG引脚电容充电。CHG上升至高于 $\text{V}_{\text{BATT}}$ 电压时，开始为电池充电。在此期间，如果CHG引脚超过 $4.5\text{V}$ ，boost转换器将进入跳脉冲模式，将CHG电压限制在 $4.5\text{V}$ 。器件在能量收集电容的电压跌落

之前将保持这一工作状态，驱动FB至 $\text{FB}_{\text{OFF}}$ 门限以下则禁止boost电路。能量收集电容重新充电后，开始重复上述过程。

因为boost转换器直接从电池吸收静态电流(作为启动源)，所以，只有当boost转换器所提供的功率大于其从电池消耗的功率时才能将其使能，这一点非常重要。只要TEG两端的电容足以将CHG电压提升到BATT引脚以上，即可保证这点。注意，在LX和CHG之间采用高速肖特基二极管，以保证LX在升压期间不会超过其绝对最大额定值。

### 充电稳压器元件选择

外部元件的选择取决于器件能够获取的充电能源。选择正确的元件可使IC在能量收集期间获得最高工作效率，参见图2。本节介绍工作在 $1.0\text{V}$ 或高压电源的boost电路的元件选择。对于工作电压介于 $1.0\text{V}$ 和 $2.0\text{V}$ 之间的boost充电电路，需要增加其它元件，详细信息请参考[FB分压器](#)部分。

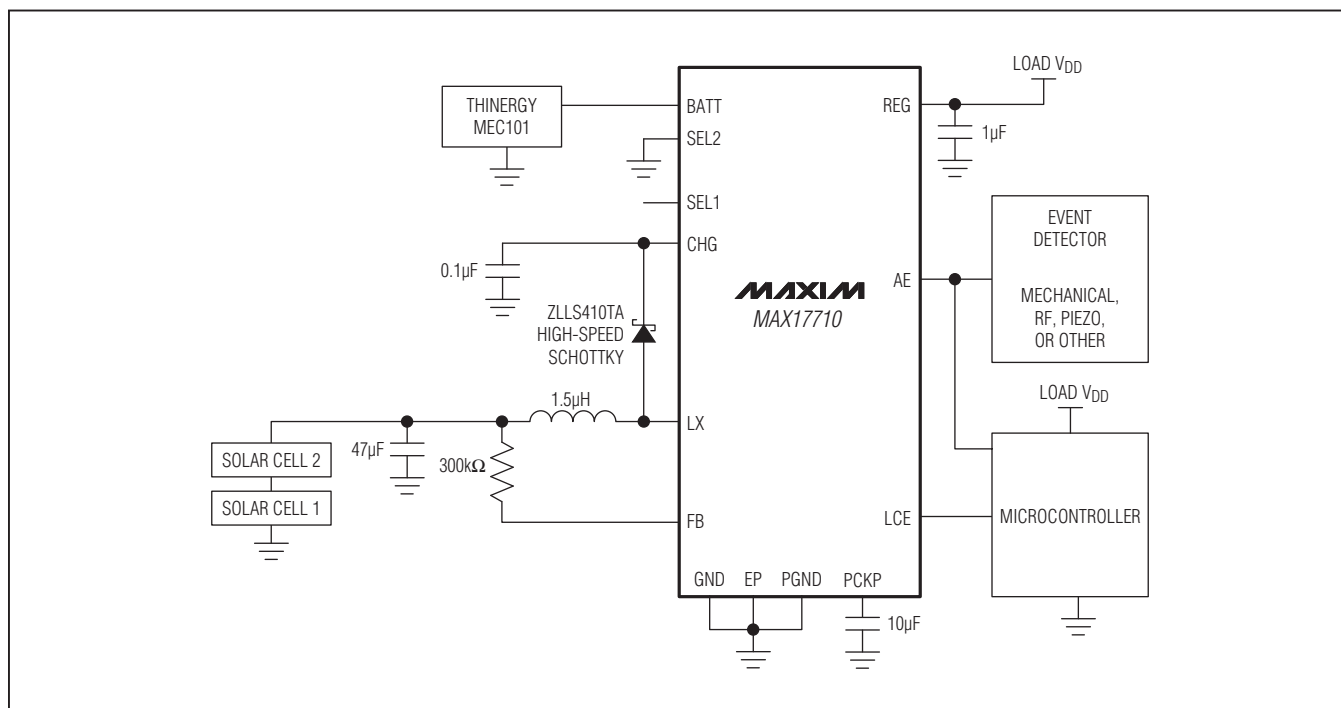


图2. 从低压太阳能电池阵列收集能量的典型boost应用电路

## 能量收集充电器和保护器

### CHG电容

CHG引脚电容应保持在0.1μF最小值，以获得最高充电效率。但当采用高压能源充电时，需要至少0.22μF电容，以确保并联稳压管稳定工作。

### LX电感

采用高压充电电源时，不需要LX引脚的外部电感；对于低压源，则要求使用最小0.68μH的电感，以防止超过LX引脚的最大额定电流。最小电感值计算如下：

$$\text{LX电感} = V_{\text{FB-ON}} \times t_{\text{BOOST-ON}} / \text{LX}_{\text{IMAX}} = 1.0\text{V} \times 850\text{ns} / 1\text{A} = 0.85\mu\text{H}$$

### Boost二极管

Boost二极管必须采用高速肖特基二极管，例如Diodes Incorporated公司的ZLLS410TA。LX驱动器关闭时，二极管快速导通，将LX引脚电压箝位在6.0V或更低。如果超过最大电压，则会损坏LX引脚。

### 能量收集电容

能量收集电容应至少比CHG引脚电容大70倍，以便在最差工作条件下将充电引脚提升到最大充电电压：

$$\text{能量收集电容} = (4.125\text{V})^2 / (0.485\text{V})^2 \times \text{CHG电容}$$

这是工作所要求的最小值，选择大于该值的能量收集电容，有助于改善超低输入功率(< 10μW)下的充电效率，但需注意，该电容过大会造成收集能源无法克服的电容漏泄，推荐最大值为47μF。

表2列出了boost转换器的外部元件值。最小电容和电感值为充电电路正常工作下的最低要求，采用推荐的电容、电感值有助于获得最佳充电效率。所选元件值应尽量接近应用允许的推荐数值，不建议元件值低于最小值或高于最佳值。

### FB分压器

工作电压介于1.0V和2.0V之间时，仍然需要升压工作，但对于控制boost电路的效率来说，这一电压过高。这种条件下，需要利用分压器降低FB引脚电压(图3)。升压工作期间，R1和R2组成的分压器允许FB引脚电压在FB<sub>ON</sub>和FB<sub>OFF</sub>门限之间适当变化。R2计算如下：

$$V_{\text{HARVEST-ON}} = \text{FB}_{\text{ON}} \times (\text{R1} + \text{R2}) / \text{R1}$$

$$\text{R2} = (V_{\text{HARVEST-ON}} - 1.0\text{V}) \times 500\text{k}\Omega$$

式中，V<sub>HARVEST-ON</sub>为收集能源的工作电压。

表2. Boost转换器的外部元件值

APPLICATION CHARGE SOURCE	CHG CAPACITOR (μF)	MINIMUM LX INDUCTOR (μH)	RECOMMENDED LX INDUCTOR (μH)	MINIMUM HARVEST SOURCE CAPACITOR (μF)	RECOMMENDED HARVEST SOURCE CAPACITOR (μF)
High voltage	0.22	N/A	N/A	N/A	N/A
Low voltage < 10μW	0.1	0.85	1.5	7.0	47
Low voltage > 10μW	0.1	0.85	1.5	7.0	7.0
High voltage and low voltage < 10μW	0.22	0.85	1.5	15.4	47
High voltage and low voltage > 10μW	0.22	0.85	1.5	15.4	15.4

## 能量收集充电器和保护器

C1 1nF电容建立电压前馈，当能量收集电容放电时确保分压电路的响应度，最小电压定义为：

$$V_{\text{HARVEST-OFF}} \sim V_{\text{HARVEST-ON}} - (FB_{\text{ON}} - FB_{\text{OFF}})$$

$$V_{\text{HARVEST-OFF}} \sim V_{\text{HARVEST-ON}} - 0.5\text{V (典型值)}$$

式中， $V_{\text{HARVEST-OFF}}$ 为能量收集电容在升压期间的最低电压。

由于分压器位于FB引脚，LX引脚电感的电压高于典型电路，需要重新衡量电感的大小，以免超出LX引脚电流限制。

$$\text{LX电感} = \frac{V_{\text{HARVEST-ON}} \times t_{\text{BOOST-ON}}}{LX_{\text{IMAX}}} = \frac{V_{\text{HARVEST-ON}} \times (8.5 \times 10^{-7})}{LX_{\text{IMAX}}}$$

按照常规选择其它元件。

## 能量收集方案设计

设计优化能量收集系统有三种方案：线性收集、boost收集和最大功率点跟踪(MPPT)。能量收集应用中，在充电失效的情况下不要对电池放电非常关键。收集功率非常低时，会导致收集系统对电池放电(而不是充电)，这是收集器的充放平衡点。对于线性收集方案，由于消耗的静态电流非常小，充放平衡点较低；而对于boost收集方案，充放平衡点一般在 $1\mu\text{A}$ ；虽然MPPT系统在大功率收集方面更加智能化，但却不可避免地造成较高的静态电流，充放平衡点较差。MPPT系统必须测量电流和电压，通过相乘确定功率，并做出提高功率的决定。这种必要的测量使得静态电流大幅提升，高达几十 $\mu\text{A}$ 。图4所示为能量收集模式与充电效率的关系曲线。

## LDO输出工作

器件通过LDO稳压器调整REG引脚的电压，提供电池到负载的供电。稳压器可配置为3.3V、2.3V或1.8V输出，LDO支持高达75mA的负载电流(大电流模式)。轻载时，可采用低功率模式以降低消耗电池的静态电流。如果电池出现过放电，UVLO电路可禁止稳压器启动或在稳压器有效工作时将其关闭。

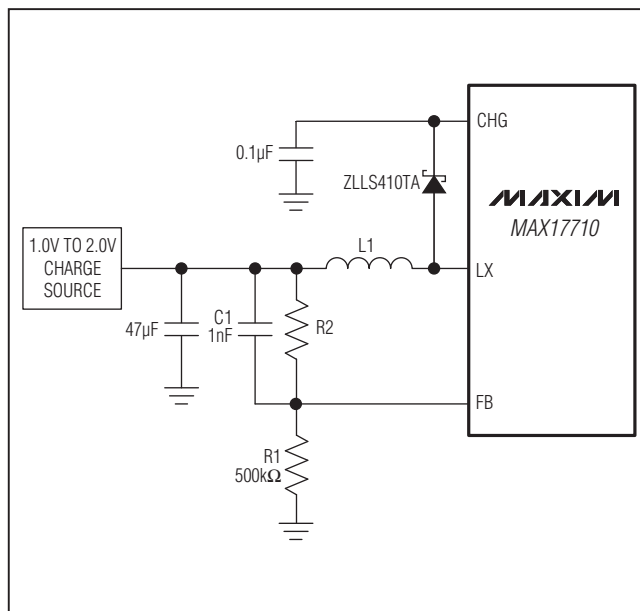


图3. 充电电源介于1.0V和2.0V之间时，用于提高boost工作效率的FB分压电路

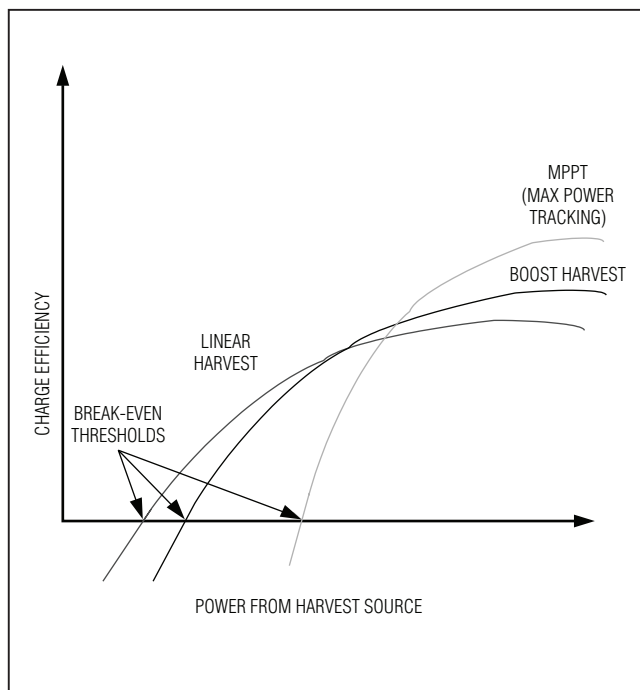


图4. 能量收集模式与充电效率的关系曲线

## 能量收集充电器和保护器

当AE引脚脉冲驱动或保持在逻辑高电平门限以上时，LDO有效，但并不立即使能稳压器输出。器件将首先对PCKP的外部电容充电，当PCKP电压达到3.7V时使能稳压器输出，置于大电流模式。器件从PCKP提供LDO供电(而非直接从电池供电)，这样允许器件支持较大的浪涌或启动过程中的负载浪涌电流，而电池无法直接提供如此大的浪涌电流。

一旦器件处于大电流模式，AE引脚可保持逻辑高电平或转换到开路状态，输出保持有效。只有将AE引脚驱动至逻辑低电平门限以下时，LDO才返回关断状态。或者，将LCE脉冲驱动或保持在REG引脚电压，然后将AE引脚脉冲驱动或保持在逻辑低电平，使LDO切换到低电流模式。注意，稳压器可以进入大电流模式和低电流模式同时有效状态。低电流模式下，从电池吸收的静态电流降至150nA，能够提供的最大负载电流为50 $\mu$ A。与AE引脚工作类似，如果LCE引脚开路或拉至REG，稳压器保持有效；将LCE驱动

至逻辑低电平门限以下，稳压器将返回关断模式，图5所示为稳压器输出状态图。

### 电池欠压锁定(UVLO)

如果电池和PCKP电容不能支持负载的连续供电，PCKP电压将发生跌落。PCKP跌落时，系统负载通常会停止工作，从而允许PCKP电压恢复，造成间歇性工作，器件试图支持无法胜任的工作负荷。PCKP以这种方式工作失效时，器件将关断REG输出，避免无效的负载重启操作，防止电池过放电。REG输出闭锁时，BATT静态电流降至1nA(典型值)。一旦发生UVLO，稳压器输出将保持关闭状态，直到器件检测到充电电源连接至系统( $V_{CHG} > 4.15V$ )，图6所示为UVLO保护模式。

建议将负载连接至REG或PCKP，而非直接连接到电池。这有助于控制关断期间的静态电流，使器件支持低温启动，也防止电池过放电。

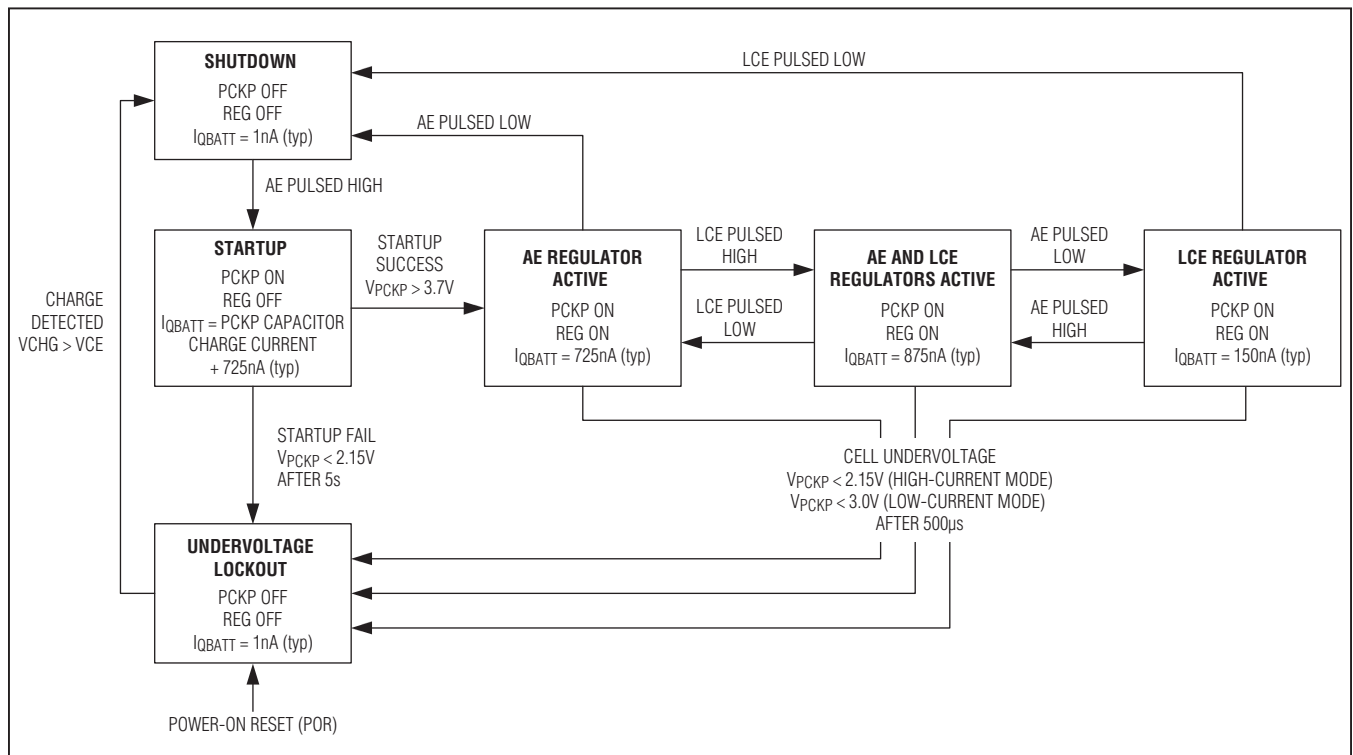


图5. 稳压器输出状态图

## 能量收集充电器和保护器

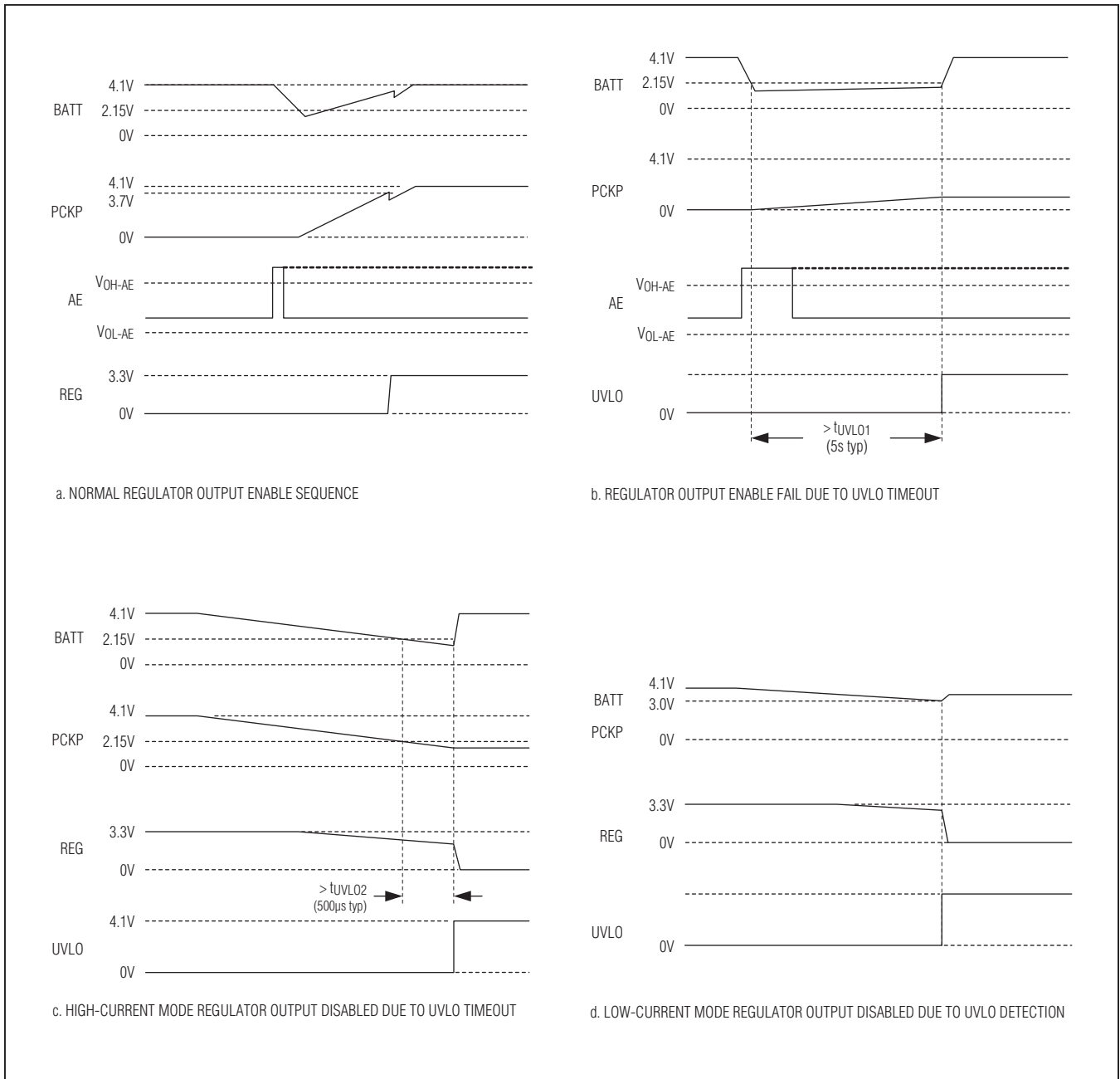


图6. UVLO保护模式

## 能量收集充电器和保护器

### 稳压器电压选择

SEL1引脚用于选择REG工作电压。将SEL1连接至BATT，输出为1.8V；SEL1为三态时，输出为3.3V；将SEL1连接至GND时，输出为2.3V。注意，使能状态下将锁存稳压值设置；为了更改稳压输出，必须关闭稳压器，然后重新使能，参见表3。

### PCKP引脚电容选择

系统造成电池过载的原因有许多，存在一定的隐患。利用PCKP负载开关模块以及合理选择外部电容可以防止这些情况的发生：

- 启动期间，由于系统负载和电容造成浪涌电流。
- 电池处于低温时(例如-40°C)，由于电池电阻增大，使得电池不能支持大负载电流。
- 系统要求的负载电流高于电池独立承受的电流。

器件通过限制BATT至PCKP的电流，保证电池电压不会跌落到2.15V以下，从而提供电池欠压保护。除了电压保护外，PCKP开关电阻的缓慢变化(5ms完全导通)可逐渐增大电池负载，不会造成室温条件下的电池电压跌落。由于具备了这些保护功能，通过在PCKP引脚安装大电容，即可支持短暂的大电流脉冲，从而支持远远大于电池最大放电电流的脉冲负载电流。

可以选择较大的PCKP电容，即使电池温度非常低的情况下也能支持脉冲负载，并在电池处于正常工作温度时也可支持更重负载，按照表4或下式选择电容：

$$C_{PCKP} = I_{TASK} \times t_{TASK} / (3.7 - V_{MIN})$$

式中：

$I_{TASK}$ 为维持工作所需的电流； $t_{TASK}$ 为执行任务的持续时间； $V_{MIN}$ 为负载最小电压。

该式假设BATT阻抗较高，不能支持负载电流。

表3. 稳压器输出电压选择

SEL1 PIN CONNECTION	REG PIN OUTPUT VOLTAGE (V)
Connect to BATT	1.8
Open circuit	3.3
Connect to GND	2.3

表4. 不同应用的PCKP引脚电容值

$V_{MIN}$	$t_{TASK}$ (ms)	$I_{TASK}$ (mA)	$C_{PCKP}$ (μF)*
3.0	5	8	100
3.0	5	4	50
2.8	5	5	28
2.8	5	2.5	14
2.3	5	5	18
2.3	5	10	36

\* 需要考虑电容容差。

# MAX17710

## 能量收集充电器和保护器

### 封装信息

### 订购信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询[china.maxim-ic.com/packages](http://china.maxim-ic.com/packages)。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
12 UTDFN-EP	V1233N+1	<a href="#">21-0451</a>	<a href="#">90-0339</a>

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX17710G+U	-40°C to +85°C	12 UTDFN-EP*
MAX17710G+T	-40°C to +85°C	12 UTDFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

U = 料带切割。

T = 卷带包装。

\*EP = 裸焊盘。



## 能量收集充电器和保护器

### 修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	6/11	最初版本。	—
1	7/11	根据用户反馈进行修正和说明；增加新的TOC #9、更新两个EC表限值。	3-7, 9, 10, 12-15

### Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码100083

免费电话：800 810 0310

电话：010-6211 5199

传真：010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ 17