

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 概述

MAX8971是结构紧凑的高频、高效、开关模式单节锂离子(Li+)电池充电器。器件可向电池提供1.55A的充电电流，输入电压可达7.5V，并可承受高达22V的瞬态电压。工作在4MHz开关频率的充电器非常适合小尺寸便携设备，诸如耳机、超级便携媒体播放器。器件大大减少了外部元件的尺寸和发热。

电池保护功能包括：低压预警、充电故障定时器、管芯温度和电池温度监测。电池温度监控器通过调整充电电流和终止电压确保可充电锂离子电池的安全。

IC可接受通用直流输入或USB输入，器件具有可编程自动输入限流功能，以保护上游充电电源，如USB。

通过I<sup>2</sup>C接口可方便调节充电参数，充电终止条件取决于用户选择的最小电流。带复位控制的安全定时器用作I<sup>2</sup>C接口的安全备份，充电状态可通过中断引脚通知应用处理器。

IC采用节省空间的20焊球、2.18mm x 1.62mm WLP封装。

### 应用

USB充电  
耳机和媒体播放器  
智能手机  
数码相机  
GPS、PDA

### 优势与特性

- ◆ 开关模式充电器
  - ◇ 高效率
  - ◇ 低热量
  - ◇ 快速充电
- ◆ 尺寸小，设计简单
- ◆ 高精度
  - ◇ 高达±5%的电流精度和0.5%的电压精度
- ◆ 安全
  - ◇ JEITA电池温度监测
  - ◇ 过压/欠压保护、安全定时器、温度调节
  - ◇ 方便连接USB
- ◆ 灵活
  - ◇ 可编程电压/电流
  - ◇ 通过I<sup>2</sup>C控制充电状态/中断
  - ◇ 自动输入限流
- ◆ I<sup>2</sup>C接口
  - ◇ 输入电流限制(100mA至1500mA)
  - ◇ 快速充电/终止电流(250mA至1550mA)
  - ◇ 充电电压(4.1V、4.15V、4.2V、4.35V)
  - ◇ 安全定时器
  - ◇ 终止使能
- ◆ +22V绝对最大输入额定电压
- ◆ 最大输入工作电压高达7.5V
- ◆ 5V USB/安全输出LDO用于USB PHY
- ◆ 2.3A GSM RF测试模式(工厂测试)
- ◆ 充电电流至电压转换(V<sub>ICHG</sub>)，用于基带ADC
- ◆ 电池反接泄漏保护
- ◆ 输入/输出过压保护
- ◆ 中断状态输出

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/MAX8971.related](http://china.maxim-ic.com/MAX8971.related)。

简化应用电路在数据资料的最后给出。

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 目录

绝对最大额定值	4
封装热特性	4
电气特性	4
典型工作特性	9
典型工作特性	11
典型工作特性	12
典型工作特性	13
焊球配置	14
焊球说明	14
详细说明	16
DC输入—高速滞回降压调节器	16
软启动	16
PVL和AVL	16
热敏电阻输入(THM)	16
折返式热保护	17
充电状态	17
禁止充电器状态	20
电池耗尽状态	20
电池耗尽 + 预充状态	20
预充状态	20
恒流快充状态	20
恒压快充状态	20
浮充状态	20
充电完成状态	20
定时器故障状态	21
过压保护	21
自动输入限流保护	21
V <sub>ICHG</sub> 充电电流监测器	22
SAFEOUT	22
JEITA说明	22
Maxim Model Gauge M3支持	22
工厂模式GSM测试模型支持	22
应用信息	23
电感选择	23
输入电容选择	23

# 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

## 目录(续)

输出电容选择	23
充电电流电阻选择	23
I <sup>2</sup> C寄存器	26
充电器中断请求	26
充电器中断屏蔽	27
充电状态	28
DETAILS1	29
DETAILS2	30
USB挂起	31
输入电压禁用	31
快充电流和定时器控制	31
输入限流值和充电器重启门限	32
充电终止电流、定时器、GSM测试模式和电池稳压	35
温度调节	36
充电保护	36
简化应用电路	37
订购信息	37
芯片信息	37
封装信息	38
修订历史	39

## 表目录

表1. 不同热敏电阻的门限温度	17
表2. 推荐电感	23
表3. 47mΩ及68mΩ检流电阻时的充电电流设置	24
表4. 47mΩ及68mΩ检流电阻时的浮充电流设置	24
表5. 上层I <sup>2</sup> C寄存器映射	24
表6. CHGCC[4:0]解码	32
表7. DCILMT[5:0]位编码	33

## 图目录

图1. 典型应用电路	15
图2. 锂离子/锂聚合物电池充电曲线	18
图3. 功能状态图	19
图4. JEITA安全区域	22
图5. MAX8971与MAX17047集成	22

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

BYP to PG_	-0.3V to +22V	Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
DC_ to BYP	-6V to +0.3V	WLP derate 21.7mW/°C above +70°C	1736mW
I <sub>2</sub> CIN, V <sub>I</sub> CHG, IRQB, SDA, SCL to GND	-0.3V to +6V	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
BST to AVL	-0.3V to +16V	Junction Temperature	+150°C
BST to LX_	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
PVL, SFO, BAT, CS to PG_	-0.3V to +6V	Soldering Temperature (reflow)	+260°C
AVL, THM to GND	-0.3V to +6V		
PG_ to GND	-0.3V to +0.3V		
DC_, LX_, CS, BAT, BYP Continuous Current	1.6A <sub>RMS</sub>		

\*This device is constructed using a unique set of packaging techniques that impose a limit on the thermal profile the device can be exposed to during board-level solder attach and rework. This limit permits only the use of the solder profiles recommended in the industry-standard specification, JEDEC 020A, paragraph 7.6, Table 3 for IR/VPD and Convection reflow. Preheating is required. Hand or wave soldering is not allowed.

### PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS (Note 1)

WLP	Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ <sub>JA</sub> )	46°C/W	Junction-to-Case Thermal Resistance (θ <sub>JC</sub> )	2°C/W
-----	---	--------	--	-------

**Note 1:** Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to [china.maxim-ic.com/thermal-tutorial](http://china.maxim-ic.com/thermal-tutorial).

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<sub>DC</sub> = 5V, C<sub>BYP</sub> = 1μF, I<sub>FCHG</sub> = 500mA, C<sub>AVL</sub> = 4.7μF, V<sub>THM</sub> = AVL/2, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>DC INPUT</b>					
DC Operating Voltage Range		4.0		V <sub>OVP</sub>	V
DC Undervoltage Lockout	DC rising, 500mV hysteresis	3.6	3.8	4.0	V
DC Overvoltage Threshold (V <sub>OVP</sub> )*	DC rising, 250mV hysteresis	7.25	7.5	7.75	V
DC OVP Interrupt Delay			16		ms
DC to BAT Shutdown Threshold	When charging stops, V <sub>DC</sub> falling, 150mV hysteresis	0	50	100	mV
DC Supply Current	Charger enabled, V <sub>DC</sub> = 5.5V		2		mA
BST Leakage Current	V <sub>BST</sub> = 5.5V, LX_ = PG_	T <sub>A</sub> = +25°C	0.01	10	μA
		T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C	0.1		
LX_ Leakage Current	V <sub>LX_</sub> = 0 or 5.5V	T <sub>A</sub> = +25°C	0.01	10	
		T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C	0.1		
BAT Reverse Leakage Current	V <sub>DC</sub> = 0V, V <sub>BAT</sub> = 4.2V		1	5	μA
Input-Current Limit Range		0.1		1.5	A

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $I_{FCHG} = 500mA$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = AVL/2$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input-Current Limit Accuracy	USB 100mA mode	90	95	100	mA
	USB 500mA mode	450	475	500	
	Input limit programmed to 1.5A, $I_{FCHG} = 1500mA$	1350	1500	1650	
Adaptive Input-Current Limit (AICL) (Note 4)	DC voltage where charge current is regulated		4.5		V
	DC voltage where charge current is set to 75mA		4.4		
Input Limit Switch	$V_{DC} = 5.5V$ , $I_{BYP} = 100mA$		35	80	$m\Omega$
<b>BUCK OPERATION</b>					
Switching Frequency	$V_{BAT} = 3.6V$		4		MHz
Maximum Duty Cycle			99.5		%
Minimum On-Time			55		ns
Maximum On-Time			10		$\mu s$
Minimum Off-Time			65		ns
Soft-Start Time			1.5		ms
High-Side Resistance	$I_{LX} = 100mA$ , $V_{DC} = 5.5V$		120	250	$m\Omega$
Low-Side Resistance	$I_{LX} = 100mA$ , $V_{DC} = 5.5V$		150	220	$m\Omega$
Thermal Regulation Temperature ( $T_{REG}$ )	I <sup>2</sup> C programmable 2-bits (90, 105, 120, and disable selections, 105 default)		105		$^\circ C$
Thermal Regulation Gain	Percentage decrease in $I_{FCHG}$ above the thermal regulation temperature		5		%/ $^\circ C$
<b>BATTERY CHARGER PRECHARGE</b>					
Battery-Prequalification Lower Threshold ( $V_{PQLTH}$ )	$V_{BAT}$ rising, 130mV hysteresis		2.1		V
Dead-Battery Charge Current ( $I_{DBAT}$ )	$0V \leq V_{BAT} \leq 2.1V$		45		mA
Battery-Prequalification Upper Threshold ( $V_{PQUTH}$ )**	$V_{BAT}$ rising, 150mV hysteresis		2.5		V
Prequalification Charge Current ( $I_{PQ}$ )	Percentage of fast-charge current programmed		10		%
<b>CONSTANT-CURRENT MODE</b>					
BAT Fast-Charge Current Range ( $I_{FC}$ )	5 bits–50mA steps, $R_{CS} = 47m\Omega$	250		1550	mA
Fast-Charge Current Accuracy	$T_A = +15^\circ C$ to $+45^\circ C$	-5		+5	%
	JEITA safety region (Figure 6)	-65	-50	-35	%

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $I_{FCHG} = 500mA$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = AVL/2$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>CONSTANT VOLTAGE MODE</b>					
Battery Regulation Voltage ( $V_{BATREG}$ )	$I_{BAT} = 100mA$ , operating in voltage-regulation mode, I <sup>2</sup> C-programmable 4.1V, 4.15V, 4.2V, and 4.35V selection	$T_A = +25^{\circ}C$	-0.5	+0.5	%
		$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	-1	+1	
		JEITA safety region, percentage of battery regulation voltage (Note 6)	96	97	
Battery Refresh Threshold	(Below regulation point), 100mV and 150mV selection, default 150mV (Note 5)	120	150	185	mV
Battery Overvoltage Protection	$V_{BAT}$ threshold over regulation voltage to turn off charger during charge (% of regulation voltage) (Note 7)	102	103.5	105	%
	Hysteresis ( $V_{BAT}$ falling) at 4.2V	1.4			
Charge-Current Termination Threshold ( $I_{TOPOFF}$ )	Programmable toposff current independent of JEITA functionality, default 50mA, 200mA hysteresis	50	200		mA
	Deglintch time	16			ms
Charge-Current Termination Accuracy	$I_{TOPOFF} = 200mA$	-20	+20		%
<b>GSM TEST MODE</b>					
GSM Test-Mode Output Pulse Current	$V_{BAT}$ capacitance $\geq 60\mu F$ , peak current pulse frequency = 217Hz, on-duty cycle 12.5%	2.3			A
GSM Test-Mode Minimum Output	$V_{BAT}$ capacitance $\geq 60\mu F$ , current pulse frequency = 217Hz, on-duty cycle 12.5% (Note 3)	3.7			V
<b>CHARGER TIMER</b>					
Prequalification Time ( $t_{PQ}$ )	$V_{BAT} < V_{BATPQ\_UT}$	45			Mins
Fast-Charge Time ( $t_{FC}$ )	Default 5 hours, I <sup>2</sup> C programmable (4–10 hours and disabled selection)	5			hrs
Timer Accuracy		20			%
Top-Off Time ( $t_{TOPOFF}$ )	I <sup>2</sup> C programmable 0 to 70 minutes, 10-minute steps, default 30 minutes	0	70		Mins
Top-Off Timer Accuracy		20			%
Timer-Extend Current Threshold (Note 3)	Percentage of fast-charge current below which the timer clock operates at half speed	50			%

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $I_{FCHG} = 500mA$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = AVL/2$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>THERMISTOR MONITOR</b>						
THM Threshold, Cold, No Charge ( $0^{\circ}C$ )	$V_{THM/AVL}$ rising, 1% hysteresis (thermistor temperature falling)	71.06	74.56	78.06	%	
THM Threshold, Cold, Current Foldback ( $+15^{\circ}C$ )	$V_{THM/AVL}$ rising, 1% hysteresis (thermistor temperature falling)	57.00	60.00	63.00	%	
THM Threshold, Hot, Voltage Foldback ( $+45^{\circ}C$ )	$V_{THM/AVL}$ falling, 1% hysteresis (thermistor temperature rising)	32.68	34.68	36.68	%	
THM Threshold, Hot, No Charge ( $+60^{\circ}C$ )	$V_{THM/AVL}$ falling, 1% hysteresis (thermistor temperature rising)	21.24	22.54	23.84	%	
THM Input Bias Current	$V_{THM} = V_{AVL}$ or $0V$	$T_A = +25^{\circ}C$	-0.2	0.01	+0.2	$\mu A$
		$T_A = +85^{\circ}C$		0.01		
<b><math>V_{ICHG}</math></b>						
$V_{ICHG}$ Output Voltage	$I_{BAT} = 100mA$		150		mV	
	$I_{BAT} = 1000mA$	1260	1400	1540	mV	
	$I_{BAT} = 1500mA$		2100		mV	
<b>IRQB OUTPUT</b>						
Low-Level Output Saturation Voltage	$I_{IRQB} = 10mA$ , sinking current			0.4	V	
High-Level Leakage Current	$V_{IRQB} = 5V$	$T_A = +25^{\circ}C$	-1	0.01	+1	$\mu A$
		$T_A = +85^{\circ}C$		0.1		$\mu A$
<b>SAFEOUT OUTPUT</b>						
Regulated Output	$I_{SFO} = 30mA$ , $V_{DC} = 5.5V$	4.75	5	5.25	V	
Dropout Voltage	$I_{SFO} = 30mA$		45		mV	
Current Limit			590		mA	
Maximum Output Current		100			mA	
POK Output Threshold			2.7		V	
<b>PVL/AVL OUTPUT</b>						
PVL Output Voltage	$5.5V < V_{DC} < 7.5V$ , no load		5.05		V	
AVL Output Voltage	$5.5V < V_{DC} < 7.5V$ , no load		5.05		V	
<b>LOGIC LEVELS AND TIMING CHARACTERISTICS (SCL, SDA)</b>						
Output Low Threshold	$I_O = 3mA$ , sink current (SDA)			0.4	V	
Input Low Threshold	$V_{I2CIN} = 1.8V$			0.4	V	
Input High Threshold	$V_{I2CIN} = 1.8V$	1.4			V	

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $I_{FCHG} = 500mA$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = AVL/2$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Bias Current	$V_{I2CIN} = 1.8V$ , $T_A = +25^{\circ}C$			1	$\mu A$
SCL Clock Frequency		100		400	kHz
Bus Free Time Between START and STOP (Note 3)		1.3			$\mu s$
Hold Time REPEATED START Condition (Note 3)		0.6			$\mu s$
SCL Low Period (Note 3)		1.3			$\mu s$
SCL High Period (Note 3)		0.6			$\mu s$
Setup Time REPEATED START Condition (Note 3)		0.6			$\mu s$
SDA Hold Time (Note 3)		0			$\mu s$
SDA Setup Time (Note 3)		100			ns
Maximum Pulse Width of Spikes (must be suppressed by the input filter of both SDA and SCL signals) (Note 3)			50		ns
Setup Time for STOP Condition (Note 3)		0.6			$\mu s$
<b>THERMAL REGULATION AND SHUTDOWN</b>					
Thermal Shutdown Temperature (Note 3)			+160		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis (Note 3)			15		$^{\circ}C$

**Note 2:** Parameters are production tested at  $T_A = +25^{\circ}C$ . Limits over the operating temperature range are guaranteed through correlation using statistical quality control (SQC) methods.

**Note 3:** Guaranteed by design, not production tested.

**Note 4:** Voltage for 4.35V battery mode increases by 100mV.

**Note 5:** Refresh voltage for 4.15V increases by 50mV.

**Note 6:** JEITA decreases by 1% for 4.15V termination voltage.

**Note 7:** Battery overvoltage increases by 1% for 4.15V termination voltage.

\* = Contact factory for alternate thresholds (6.7V, 9.7V, and 14V available).

\*\* = Contact the factory for 3.0V.

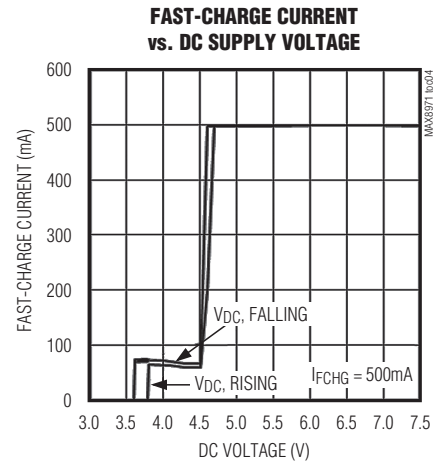
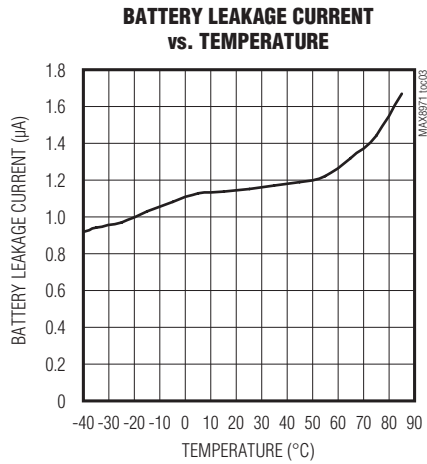
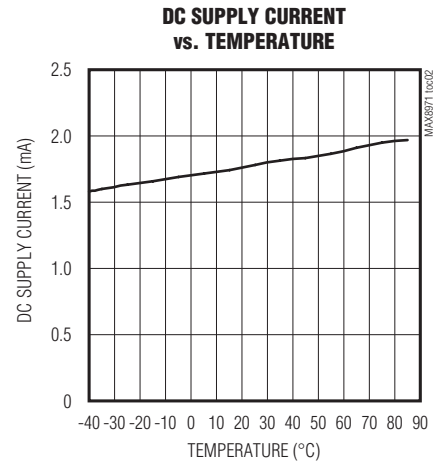
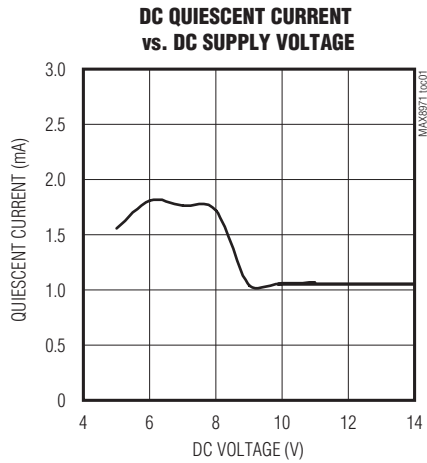


# MAX8971

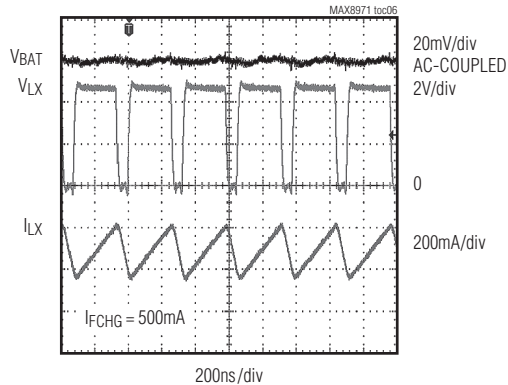
## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 典型工作特性

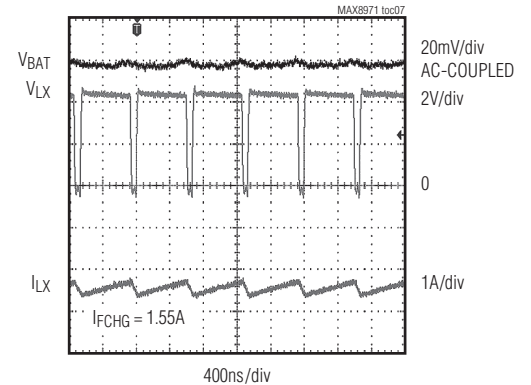
( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = 2.5V$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)



### MEDIUM LOAD SWITCHING WAVEFORMS



### HEAVY LOAD SWITCHING WAVEFORMS

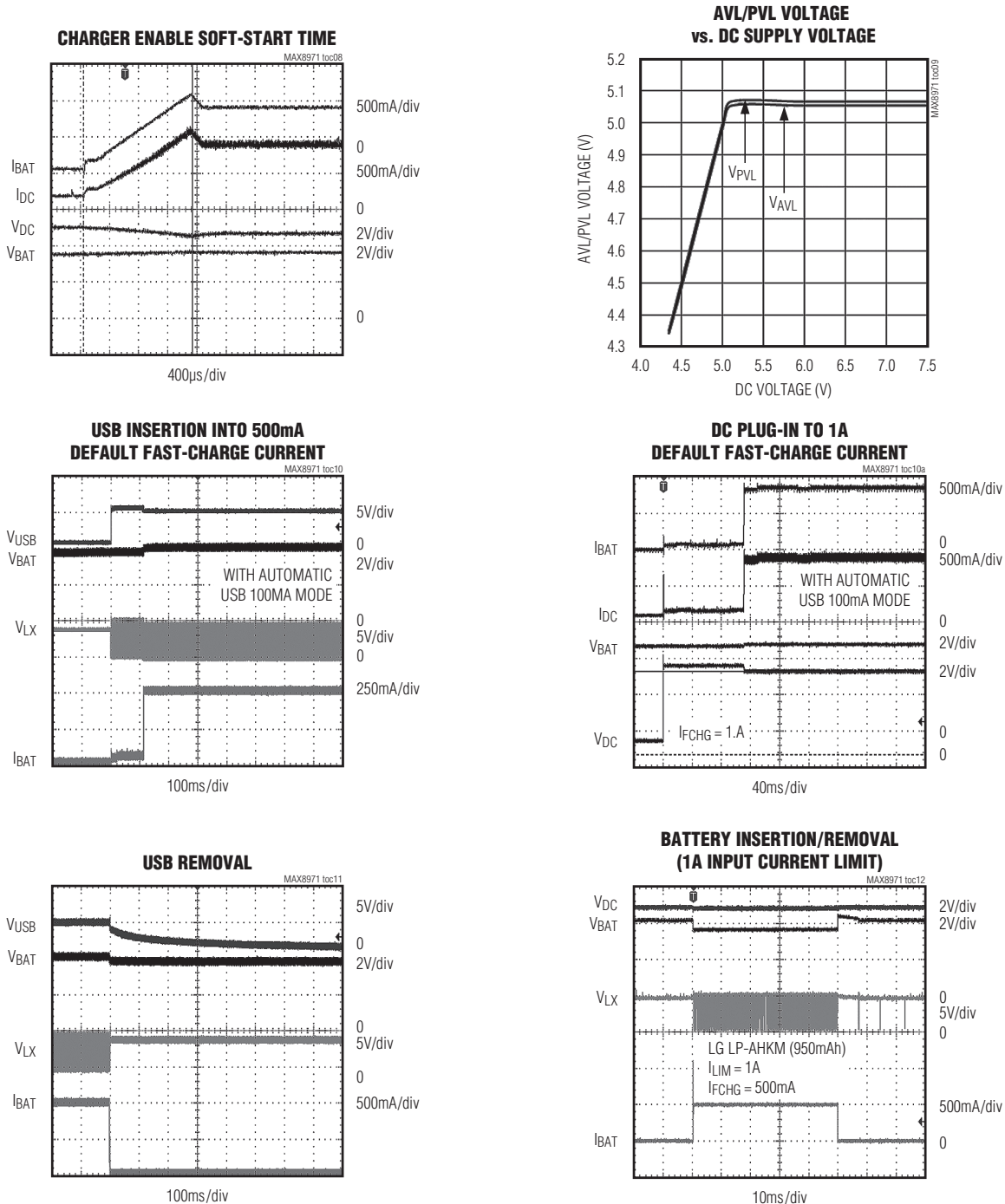


# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

典型工作特性(续)

( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = 2.5V$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

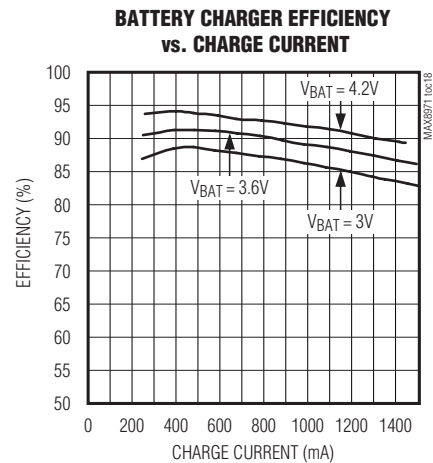
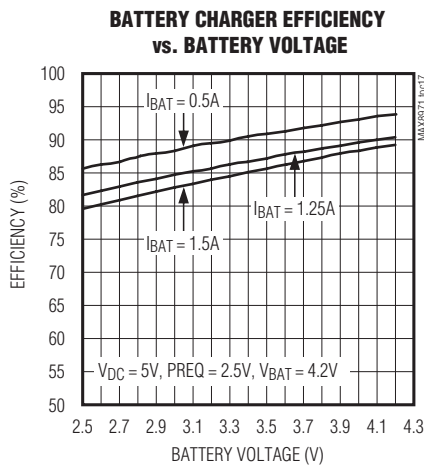
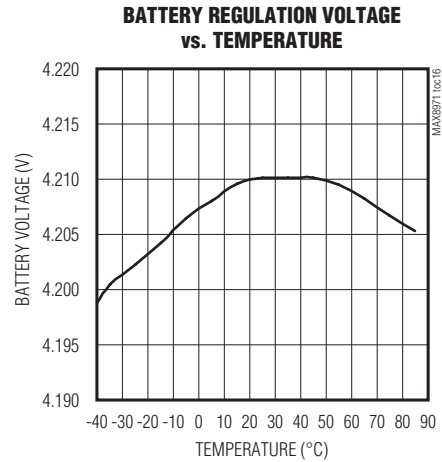
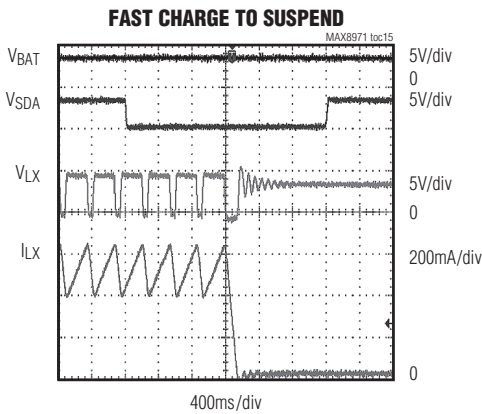
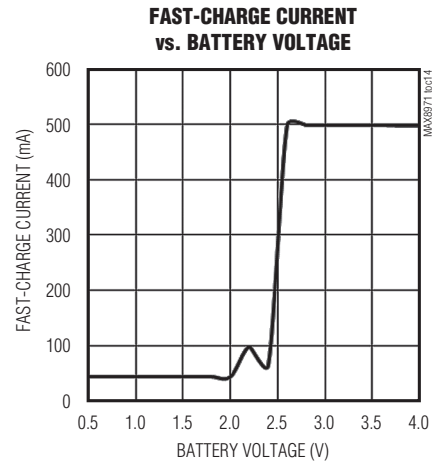
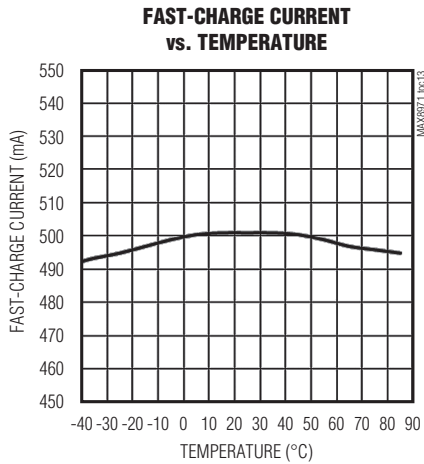


# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 典型工作特性

( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = 2.5V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

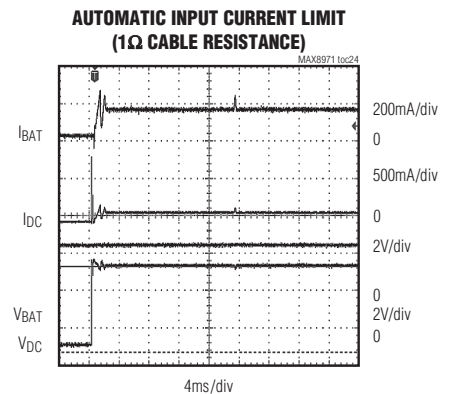
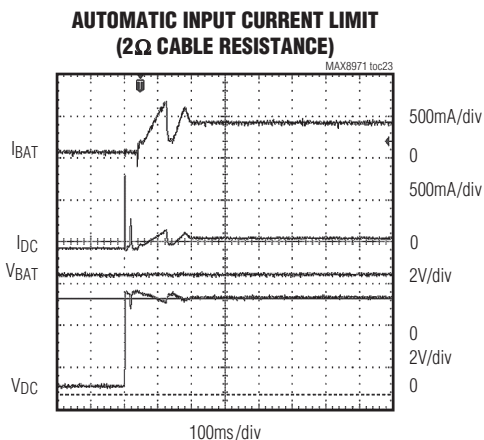
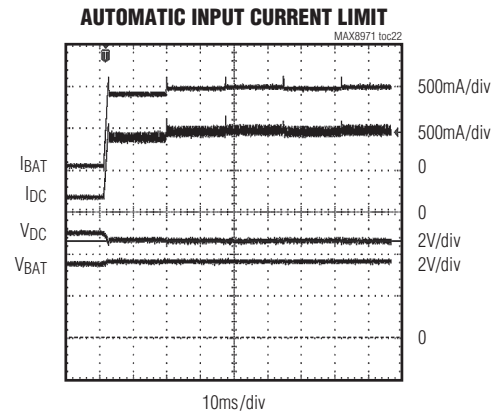
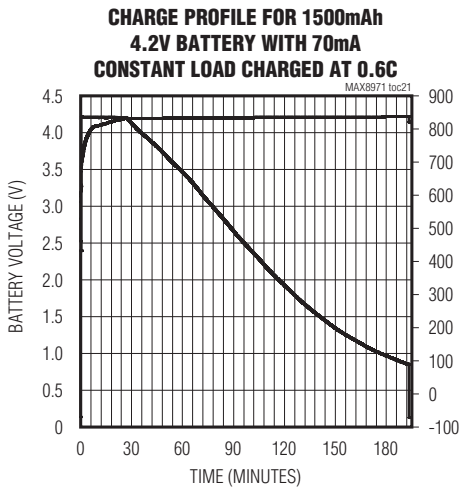
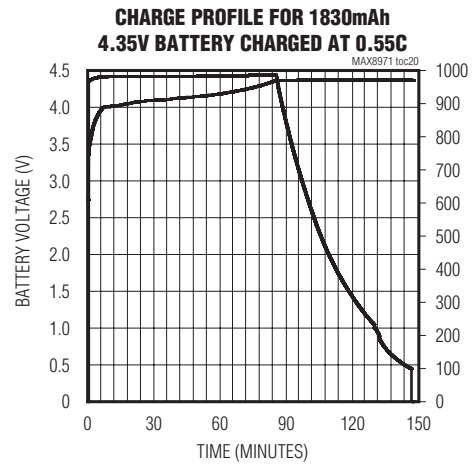
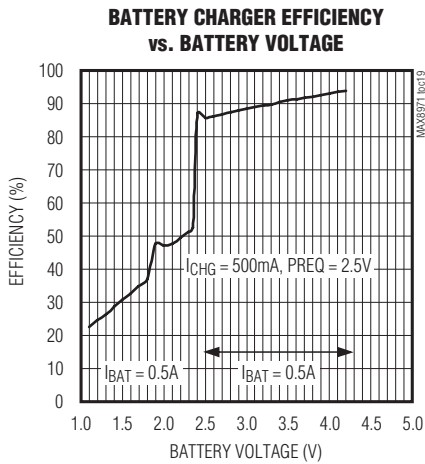


# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 典型工作特性

( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = 2.5V$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

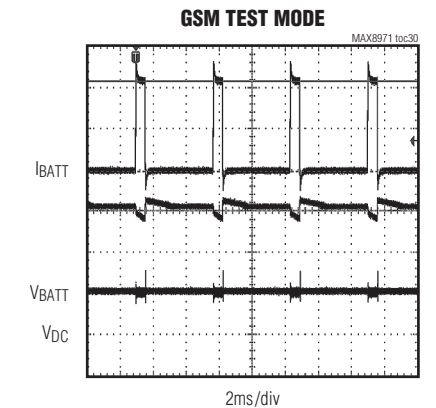
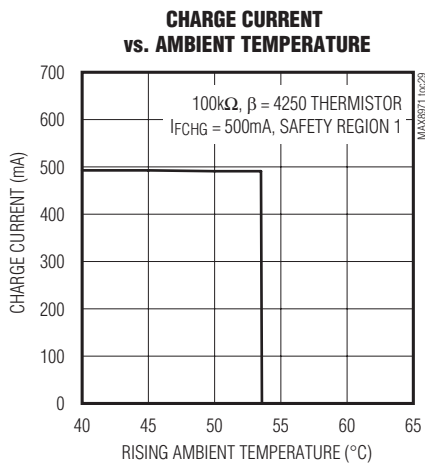
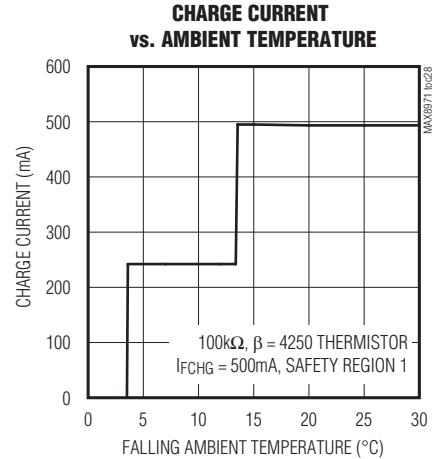
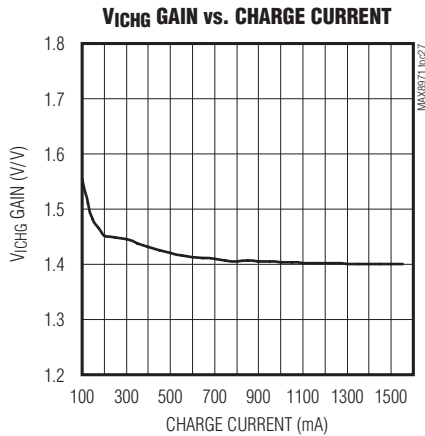
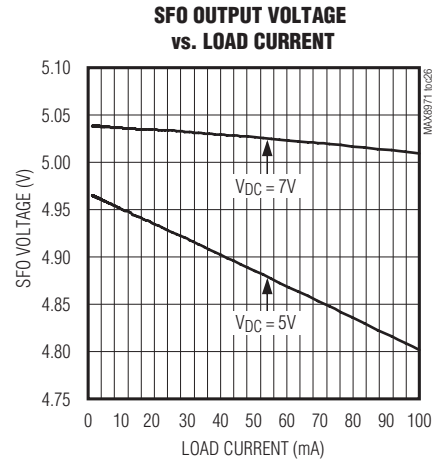
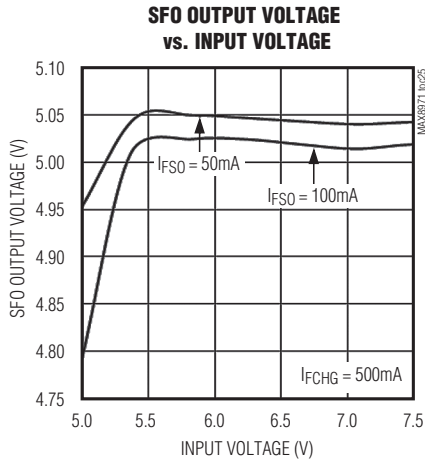


# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 典型工作特性

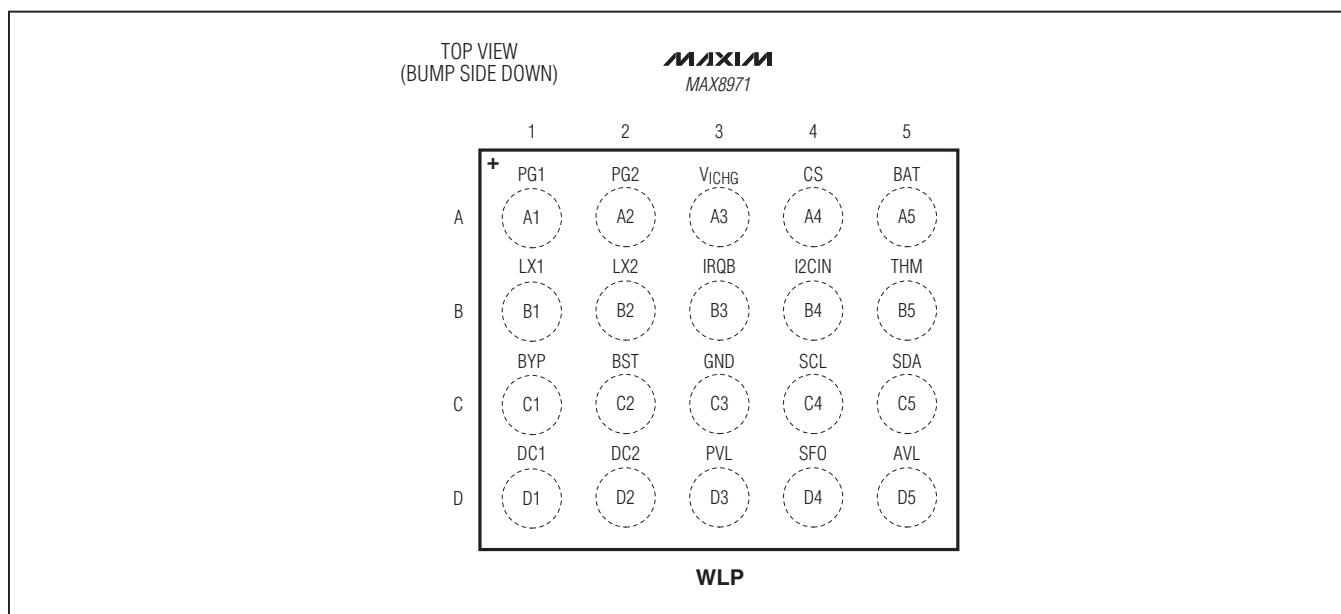
( $V_{DC} = 5V$ ,  $C_{BYP} = 1\mu F$ ,  $C_{AVL} = 4.7\mu F$ ,  $V_{THM} = 2.5V$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)



# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

焊球配置



焊球说明

引脚	名称	功能
A1, A2	PG1, PG2	降压型低边FET的功率地。
A3	VICHG	电池充电电流监测器输出，该引脚按照1.4mV/mA提供与充电电流成正比的模拟输出电压。
A4	CS	电流检测输入引脚。
A5	BAT	电池连接，连接至单节Li+电池。
B1, B2	LX1, LX2	降压电感连接，在LX_和CS之间连接电感。LX1和LX2引脚必须在外部连接在一起。
B3	IRQB	主控制器中断开漏输出引脚。
B4	I2CIN	I <sup>2</sup> C接口电源。
B5	THM	热敏电阻输入。在THM和GND之间连接负温度系数(NTC)热敏电阻。在THM和AVL之间连接等于热敏电阻+25°C下阻值的电阻。热敏电阻超出高温和低温限值时，挂起充电。将THM连接至GND时，禁用热敏电阻温度传感器。如果通过I <sup>2</sup> C禁用热敏电阻功能，则将THM连接至GND。
C1	BYP	反向屏蔽MOSFET和高边开关MOSFET之间的连接点，利用最小1μF的陶瓷电容将其旁路至PG_。
C2	BST	高边FET驱动器电源，利用0.1μF陶瓷电容将BST旁路至LX。
C3	GND	模拟地，GND为内部电路的低噪声接地连接。

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

焊球说明(续)

引脚	名称	功能
C4	SCL	I <sup>2</sup> C时钟接口。在SCL和I2CIN之间连接10kΩ电阻。
C5	SDA	I <sup>2</sup> C数据接口。在SDA和I2CIN之间连接10kΩ电阻。
D1, D2	DC1, DC2	大电流充电器输入电源引脚，利用2.2μF陶瓷电容旁路至PG <sub>-</sub> 。DC能够向BYP驱动最大1.5A电流，DC支持交流适配器和USB输入。在外部将DC1和DC2短路在一起。
D3	PVL	内部偏置稳压器的的大电流输出旁路引脚。支持内部嘈杂的大电流栅极驱动。利用最小1μF的陶瓷电容将其旁路至PGND，不要用PVL为外部负载供电。
D4	SFO	5V稳压LDO输出，利用1μF或更大的陶瓷电容将SFO旁路至GND。SFO可用于为低压USB系统供电。
D5	AVL	内部偏置稳压器的低噪声模拟旁路引脚。PVL和AVL之间的内部10Ω电阻与连接到GND的外部旁路电容形成低通滤波器。不要用AVL为外部负载供电。

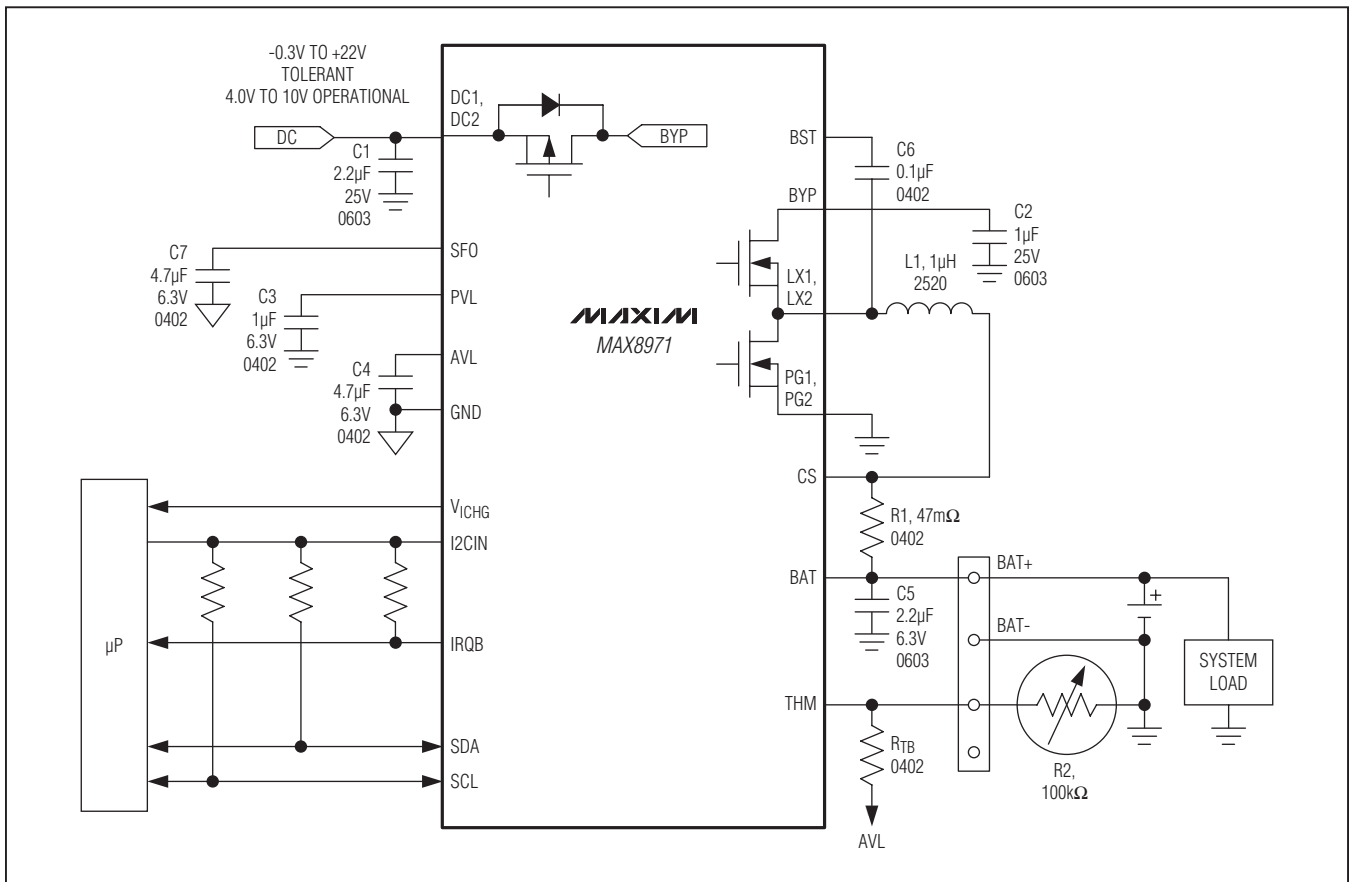


图1. 典型应用电路

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 详细说明

### 软启动

MAX8971是一款兼容于JEITA的开关式Li+电池充电器，可按照JEITA规范对单节Li+电池进行安全充电。IC支持4V至7.5V输入电源范围，如果电源电压超过+7.5V，则禁止充电，保护电池免受不合格或故障交流适配器的损害。降压转换器可向电池提供高达1.5A电流。IC包括热敏电阻监测器、充电状态和故障指示输出，也包括连接至处理器的中断信号。可通过I<sup>2</sup>C接口调节充电电流、输入限流及最小电池电压(降低充电电流以保持电池电压时)，设计灵活。

为了防止输入瞬态电流，限制输入电流变化率(di/dt)和充电电流。当输入有效时，充电电流在1.5ms内从0mA斜升至快充电流值。从预冲状态转换至快充状态时，充电电流也软启动。从完成状态转换为快充状态时，不限制di/dt。

### PVL和AVL

PVL为5V线性稳压器，用于IC降压充电器的栅极驱动器供电。PVL也对BST电容充电，DC大于2.5V左右时，PVL线性稳压器打开，否则关闭。利用1μF陶瓷电容将PVL旁路至PG。不建议由PVL为外部负载供电。

### DC输入—高速滞回降压调节器

如果存在有效的DC输入，由高频降压调节器从直流电源为电池充电。利用三个反馈信号控制降压调节：输入限流设置的最大降压输出电流、快充电流(最大充电器电流)、最高管芯温度。反馈信号只需要最小的电流控制电感的平均输出电流。这种机制使电池充电的总功耗最小，电池能够在保持最小电压波动的前提下消除负载瞬变的影响。

如图1所示，AVL为PVL线性稳压器的滤波输出，用于IC内部的模拟电路供电。滤波器包括内部10Ω电阻和AVL外部旁路电容(4.7μF)。该滤波器形成100kHz低通滤波器，滤除IC模拟部分的4MHz开关噪声。在AVL和GND之间连接4.7μF陶瓷电容。不建议由AVL为外部负载供电。

专有的电流滞回PWM控制机制可确保工作在较高的开关频率，允许使用小尺寸外部元件。反馈信号需要最小的输入电流，控制电感的峰值和谷值电流的中点。内部设置纹波电流，使转换器工作在4MHz。输入电压降至输出电压附近时，工作在非常高的占空比，此时由于存在最小关断时间，达不到4MHz工作频率。控制器提供最小关断时间、峰值电流调节。同样，输入电压较高时，由于存在最小导通时间，也不能工作在4MHz频率，此时控制器提供最小导通时间、谷电流调节。这种情况下，电感的纹波电流始终保持最小，能够在给定电容下降低电池的纹波电压。为了避免工作频率波动，纹波电流随输入电压、输出电压变化。然而，频率也会随着工作条件的不同而发生变化。

### 热敏电阻输入(THM)

THM输入连接至一个外部负温度系数(NTC)热敏电阻，以监测电池或系统温度。热敏电阻温度超出范围时，禁止充电。充电定时器挂起并保持其状态，但是不指示故障。热敏电阻温度回落至范围之内时，恢复充电，充电定时器继续从之前状态开始计时。

由于热敏电阻监测电路在THM和AVL之间引入了一个外部偏置电阻，热敏电阻无需局限于10kΩ(+25°C时)。只要偏置电阻等于热敏电阻在+25°C时的阻值，可使用任何阻值的热敏电阻。例如，如果R<sub>TB</sub>电阻为10kΩ，当热敏电阻下降至3.97kΩ以下(过热)或上升到28.7kΩ以上(过冷)时，充电器进入温度挂起状态。使用β值为3500的10kΩ NTC热敏电阻时，对应于0°C至+50°C温度范围。热敏电阻值和温度之间的关系式通常为：



# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

$$R_T = R_{25} \times e\{\beta((1/(T+273)) \times (1/298))\}$$

式中：

$R_T$  = 温度为T (摄氏度)时，热敏电阻的阻值( $\Omega$ )

$R_{25}$  = 温度为+25°C时，热敏电阻的阻值( $\Omega$ )

$\beta$  = 热敏电阻的材料常数，典型范围为3000k至5000k

T = 热敏电阻的温度(°C)

有些设计可能选择其它热敏电阻监测温度。通过改变 $R_{TB}$ 、用一个电阻与热敏电阻串联及/或并联，或者使用 $\beta$ 值不同的热敏电阻，都可以调节门限。例如，使用 $\beta$ 值为4250的热敏电阻，并联120k $\Omega$ 电阻，可实现+45°C高温门限和0°C低温门限。由于热敏电阻在0°C左右时的阻值远远高于+50°C左右对应的阻值，所以并联大电阻可降低低温门限，高温门限只是略有降低。相反，串联小电阻可升高低温门限，高温门限只是略有升高。增大 $R_{TB}$ 同时降低高温和低温门限，而减小 $R_{TB}$ 则升高两个门限。

注意，只要有效输入电源连接至DC，由于AVL有效，热敏电阻将始终流过偏置电流。使用10k $\Omega$ 热敏电阻，且采用10k $\Omega$ 电阻上拉至AVL时，会产生额外的250 $\mu$ A负载电流。

如果采用100k $\Omega$ 热敏电阻和100k $\Omega$ 上拉电阻，该负载可降至25 $\mu$ A。

### 折返式热保护

折返式热保护通过调整IC结温来确保提供尽可能大的电池充电电流。管芯温度超过 $T_{REG}$ 时，热保护电路降低电池充电电流，直到充电电流达到快充电流设置的10%。此后，充电器将维持10%的快充电流，直到管芯温度达到 $T_{SHDN}$ 。注意，IC的额定最大环境温度为+85°C。此外，尽管MAX8971的最大管芯温度为+150°C，但业内设计系统通常保证管芯温度不超过+125°C。将最大管芯温度限制为+125°C有利于器件的长期可靠性。

### 充电状态

IC具有多种充电状态，确保安全、快速地为电池充电，如图3所示。

图2所示为管芯和电池温度接近室温时，锂离子/锂聚合物电池经历以下充电状态的原理图：电池耗尽 → 预冲 → 快充 → 浮充 → 充电完成。

表1. 不同热敏电阻的门限温度

THERMISTOR	TEMPERATURE						
$R_{THM}$ at $T_A=+25^\circ\text{C}$	10,000	10,000	10,000	47,000	47,000	100,000	100,000
Thermistor Beta ( $\beta\Omega$ )	3380	3940	3940	4050	4050	4250	4250
$R_{TB}$ ( $\Omega$ )	10,000	10,000	10,000	47,000	47,000	100,000	100,000
$R_{TP}$ ( $\Omega$ )	Open	Open	301,000	Open	1,200,000	Open	1,800,000
$R_{TS}$ ( $\Omega$ )	Short	Short	499	Short	2,400	Short	6,800
Resistance at $T1_{n15}$ ( $\Omega$ )	61,788	61,788	77,248	290,410	380,716	617,913	934,027
Resistance at $T1_0(\Omega)$	29,308	29,308	31,971	137,750	153,211	293,090	343,283

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

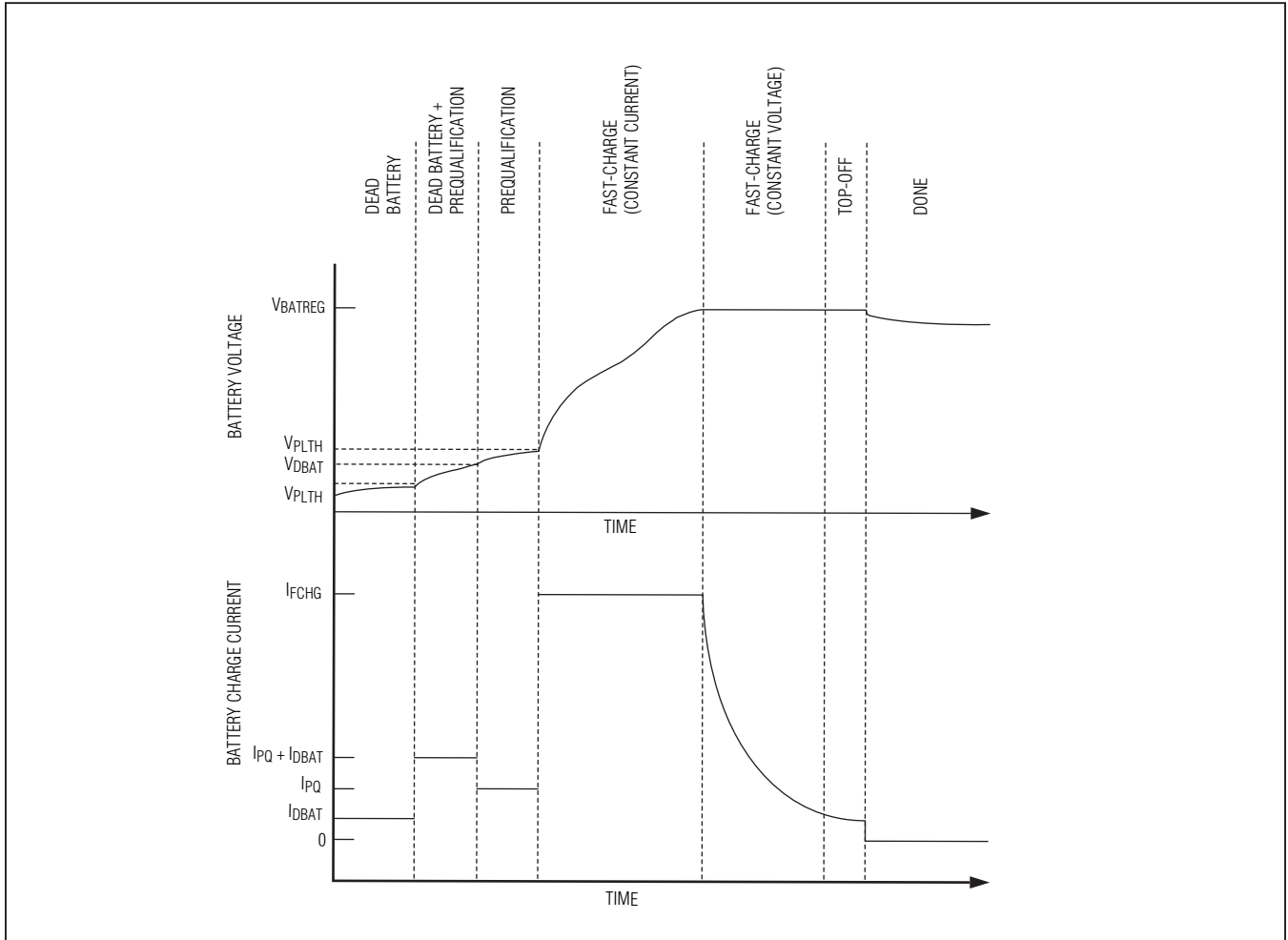


图2. 锂离子/锂聚合物电池充电曲线

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

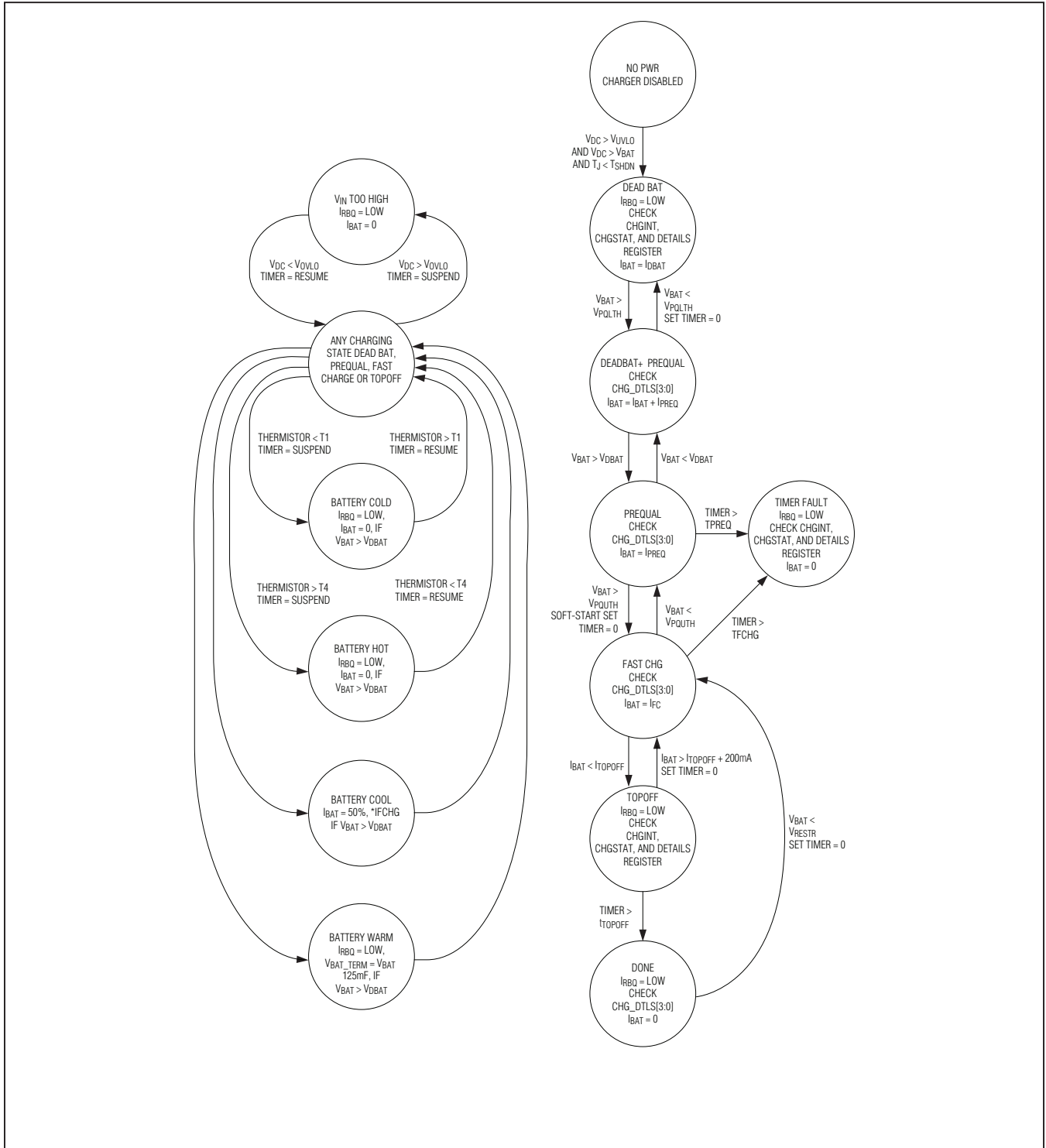


图3. 功能状态图

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 禁止充电器状态

DC为低电平或输入电压超出范围时，IC禁用充电器。为了退出该状态，输入电压必须在有效范围之内。

### 电池耗尽状态

插入电压小于 $V_{PQLTH}$ 的深度放电电池时，IC禁用开关充电器，以电流 $I_{DBAT}$ 进行线性充电。 $V_{BAT}$ 升高至 $V_{PQLTH}$ 以上时，IC清零预充定时器，进入电池耗尽 + 预充状态。该状态预防IC在电池发生短路时耗散过大功率。除非禁用充电器、进入定时器故障状态、热关断及 $V_{BAT} > V_{DBAT}$ ，否则将保持电池耗尽线性充电状态。

### 电池耗尽 + 预充状态

电池电压高于 $V_{PQLTH}$ 且低于 $V_{DBAT}$ 时，进入电池耗尽 + 预充状态。该状态下，电池耗尽线性充电器和开关充电器均打开，为电池提供电流。总电池电流为 $I_{DBAT} + I_{PQ}$ 。如果IC保持该状态的时间超过 $t_{PQ}$ ，IC进入定时器故障状态。正常情况下，电池保持在该状态的时间通常为几分钟或更短。电池电压上升至 $V_{DBAT}$ 以上时，IC进入预充状态。除非禁用充电器、进入定时器故障状态、热关断及 $V_{BAT} > V_{DBAT}$ ，否则将保持电池耗尽线性充电状态。

### 预充状态

电池电压高于 $V_{DBAT}$ 且低于 $V_{PQOUTH}$ 时，进入预充状态。该状态下，电池耗尽线性充电器关闭。仅打开开关充电器为电池提供电流，总电池电流为 $I_{PQ}$ 。如果IC保持该状态的时间超过 $t_{PQ}$ ，IC进入定时器故障状态。正常情况下，电池保持在预充状态的时间通常为几分钟或更短。电池电压上升至 $V_{PQOUTH}$ 以上时，IC进入恒流快充状态。

### 恒流快充状态

电池电压高于 $V_{PQOUTH}$ 且低于 $V_{BATREG}$ 时，进入恒流快充状态。该状态下，打开开关充电器为电池提供电流。总电池电流为 $I_{FC}$ 。如果IC保持该状态及恒压快充状态的时间超过

$t_{FC}$ ，IC将进入定时器故障状态。电池电压上升至 $V_{BATREG}$ 以上时，IC进入恒压快充状态。 $0^{\circ}\text{C} < \text{THM} < +15^{\circ}\text{C}$ 时，恒流快充设置为编程值的50%； $+15^{\circ}\text{C} < \text{THM} < +60^{\circ}\text{C}$ 时设置为编程值的100%。

MAX8971在恒流快充状态下消耗的功率最大。消耗的功率导致内部管芯温度升高，如果管芯温度超过 $T_{REG}$ ，则降低 $I_{FC}$ 。

如果存在低输入电压裕量( $V_{IN} - V_{BAT}$ )，IN与BAT之间的阻抗造成 $I_{FC}$ 降低。

### 恒压快充状态

电池电压为 $V_{BATREG}$ 且充电电流大于 $I_{TOPOFF}$ 时，进入恒压快充状态。该状态下，打开开关充电器为电池提供电流。IC保持 $V_{BATREG}$ 并监测充电电流，以检测电池消耗电流何时小于 $I_{TOPOFF}$ 电流。充电电流降至 $I_{TOPOFF}$ 门限以下时，IC进入浮充状态。如果IC保持恒流快充状态的时间超过 $t_{FC}$ ，则进入定时器故障状态。

### 浮充状态

电池电压为 $V_{BATREG}$ 且电池电流下降至 $I_{TOPOFF}$ 电流以下时，进入浮充状态。该状态下，打开开关充电器为电池提供电流。IC维持 $V_{BATREG}$ 电压达到规定时间。超过该时间后，IC进入充电完成状态。如果充电电流在达到该时间之前上升至 $I_{TOPOFF} + 200\text{mA}$ ，再次进入恒压快充状态。

### 充电完成状态

充电处于浮充状态的时间达到 $t_{TOPOFF}$ 后，IC进入充电完成状态。该状态下，关闭开关充电器，不为电池提供电流。如果电池的系统负载远远小于 $10\mu\text{A}$ ，那么典型系统可在完成充电的状态下维持多天。如果处于完成充电状态的时间足够长，电池电压逐渐降至重启门限以下，IC将再次进入快充状态。从完成状态转换至快充状态时，没有软启动( $di/dt$ 限制)。

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 定时器故障状态

如果预充或快充定时器超时，则进入定时器故障状态。该状态下，充电器关闭。通过断开输入电源后重新接通，充电器可退出定时器故障状态。

### 过压保护

IC的绝对最大正向输入电压为+22V，绝对最大负向输入电压为-0.3V。仅限短时间处于绝对最大电压电平，但IC可无限期承受。

需要更高输入电压额定值的典型情形包括但不限于以下情况：

- 感应冲击
- 充电源失效
- 电源浪涌
- 墙上适配器接线不正确
- 通用墙上适配器设置不正确
- 墙上适配器的插头正确，但电压错误
- 计算机的USB自制线束接反(负电压)
- USB连接器故障
- 开关模式墙上充电器的纹波过大
- USB供电的集线器由墙上充电器供电(通常采用圆形连接器)，墙上充电器具有上述问题
- 充电器未稳压

### 自动输入限流保护

IC具有输入限流功能，内部集成了检测电流所需的放大器、用于确定并改变电池充电器电流的相关逻辑电路。这不仅有助于降低成本，而且提高系统响应速度。

IC监测从交流适配器吸收的电流并将其与设置的限流值进行比较。应根据交流适配器的电流处理能力设置限流值。通常情况下，选择门限应恰好满足系统功率要求，同时达到满意的电池充电时间。如果交流适配器电流超过其输出能力，充电器通过降低充电器电流来满足系统供电，保持交流适配器消耗电流在其能力范围内。使用这样的电池充电器时，交流适配器的容量不必太大即可同时满足最大系统供电电流和电池充电的要求，从而降低交流适配器成本。

输入限流值具有两路控制输入，一路基于电压，一路基于电流。电压输入监测输入电压，输入电压下降至预期输入(4.5V)以下时，会产生一个标识(AICL)，以降低快充电流。

电压比较器最初在4.5V触发时，以较慢速率降低快充电流，使充电器输出保持稳定，直到DC电压返回至该电压门限以上。DC电压本身稳定后，适配器提供的电流达到最大值。输入电流源受限时，例如500mA适配器插入1A输入限流系统时，将触发4.4V第二电压比较器，将快充电流限制到最小75mA。DC电压本身达到4.5V以上时，每隔16ms检查一次快充电平，使得系统在能够利用的输入功率增大时逐渐恢复充电。

限流输入监测通过输入FET的电流，超过输入限值时，提供指示(DC\_IL)，以降低快充电流。快充电流缓慢降低，直到清除输入限流条件。此时，快充电流维持16ms，然后再次采样。

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### $V_{ICHG}$ 充电电流监测器

$V_{ICHG}$ 为缓冲输出，用于表示充电电流( $V_{ICHG} = 1400\text{mV}/I_{FCHG}$ )。关于 $V_{ICHG}$ 曲线，请参见典型工作特性。

### SAFEOUT

SAFEOUT为线性稳压器，提供5V输出电压，用于低压USB系统供电。 $V_{IN} > 2.5\text{V}$ 时，SFO线性稳压器打开。

### JEITA说明

IC是兼容于JEITA的开关式Li+电池充电器，可按照JEITA规范对单节Li+电池进行安全充电。IC监测充电电池的温度，电池温度变化时，自动调节快充电流和/或充电终止电压。

在安全区域1， $T_{BAT} < +10^\circ\text{C}$ 时，IC自动降低快充电流； $T_{BAT} > +45^\circ\text{C}$ 时，充电终止电压从 $4.200\text{V} (\pm 25\text{mV})$ 降低至 $4.075\text{V} (\pm 25\text{mV})$ 。快充电流可降至标称快充电流的50%，可选择25%和75%。JEITA对此并无明确规定。电池充电电流降低50%时，定时器翻倍。

在安全区域2， $T_{BAT} < +10^\circ\text{C}$ 及 $T_{BAT} > +45^\circ\text{C}$ 时，IC自动将充电终止电压从 $4.200\text{V} (\pm 25\text{mV})$ 降至 $4.075\text{V} (\pm 25\text{mV})$ 。在安全区域2，快充电流不变化。

### Maxim Model Gauge M3支持

图5所示为IC与Maxim的Model gauge M3 MAX17047芯片的集成架构。用户只需在MAX17047的 $V_{BATT}$ 和 $V_{TT}$ 之间增加一个肖特基二极管。

### 工厂模式GSM测试模型支持

IC支持GSM脉冲编程机制。插入直流电源但没有电池时，IC软启动，并重复执行电池耗尽、预充和快充过程，稳定于恒压工作模式，稳压至终止电压(默认 $4.2\text{V}$ )。此时，如果发送寄存器 $0x08$ 的B4，器件可支持GSM脉冲电流，参见典型工作特性部分。

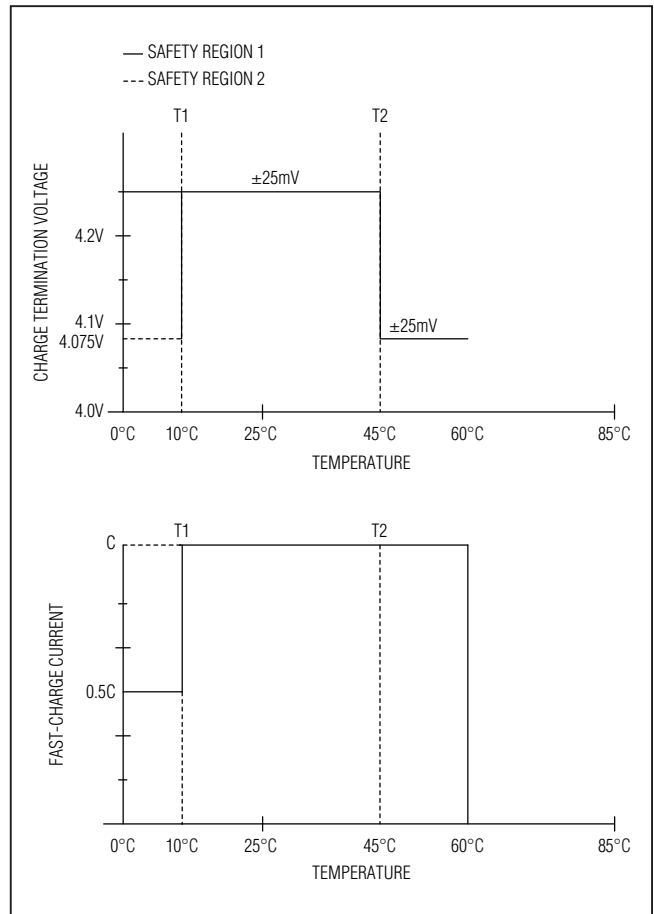


图4. JEITA安全区域

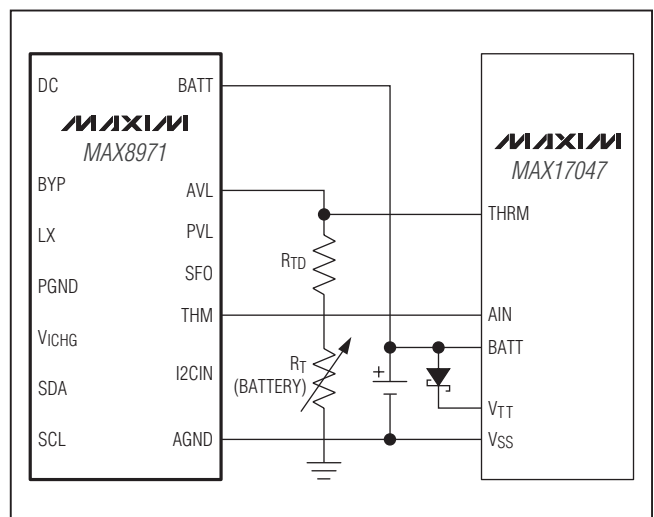


图5. MAX8971与MAX17047集成

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

电池节点应具有足够大的电容，以便维持电池电压，在完成充电状态到快充状态转换的100μs (t<sub>DONE2FC</sub>)期间将电池电压保持在可接受的最低系统电压(V<sub>SYS</sub>)。

$$C_{BAT} \geq I_{LOAD} \times t_{DONE2FC} / (V_{BATREG} - V_{SYS})$$

例如，如果没有电池时，最大系统负载为400mA (I<sub>LOAD</sub>)，可接受的最小系统电压为3.4V (V<sub>SYS</sub>)，那么，电池节点的电容应至少为40μF。

$$C_{BAT} \geq 400\text{mA} \times 100\mu\text{s} / (4.2\text{V} - 3.4\text{V}) = 40\mu\text{F}$$

### 应用信息

#### 电感选择

充电器工作在4MHz开关频率，使用1μH或2.2μH电感。该工作频率允许使用尺寸很小的电感，同时保持高效率。

由于IC在启动及负载转换期间的电流过冲为零，电感的直流电流额定值只需与应用的最大负载相匹配。为实现最优瞬态响应和高效率，选择直流串联电阻介于40mΩ至120mΩ范围的电感。请参见表2中的推荐电感及制造商。

#### 输入电容选择

输入电容降低从输入电源吸收的电流峰值以及IC开关噪声。输入电容在开关频率下的阻抗应非常低。X5R或X7R陶瓷电容具有尺寸小、ESR低、温度系数低等优势，建议使用这种电容。建议使用4.7μF电容。为获得最佳抗噪能力和低输入纹波，可增大输入电容值。

注意，随着温度和直流偏压变化，有些电介质的陶瓷电容的容值和ESR发生波动。应避免使用Z5U或Y5V的陶瓷电容。

#### 输出电容选择

对于充电器，输出电容可减小输出电压纹波，确保环路稳定性。输出电容必须在开关频率下具有低阻抗。温度特性为X5R或X7R的陶瓷电容，由于尺寸小、ESR低且温度系数小，因此强烈建议使用这种电容。建议使用4.7μF电容。为获得最佳负载瞬态性能和极低输出纹波，可增大输出电容值。

#### 充电电流电阻选择

浮充电流范围和快充电流范围取决于检流电阻(R<sub>SNS</sub>)，默认条件下，推荐使用47mΩ、0.125W的电阻。选择0.125W、47mΩ 2%检流电阻，例如Panasonic ERJ2BWGR047标准电阻。

$$P_{RSNS} = I_{CHARGE}^2 \times R_{SNS}$$

$$P_{RSNS} = 1.5^2 \times 0.047$$

$$P_{RSNS} = 0.105\text{W}$$

利用下式计算充电电流步长(I<sub>CHARGE</sub>)：

$$I_{CHARGE\_STEP} = \sqrt{V_{CHGCC} / R_{SNS}}$$

表3所示为两种检测电阻下的充电电流设置。

$$I_{CHARGE\_CURRENT\_STEP} = \sqrt{V_{TOPOFF} / R_{SNS}}$$

表2. 推荐电感

MANUFACTURER	SERIES	INDUCTANCE (μH)	ESR (Ω)	CURRENT RATING (mA)	DIMENSIONS
FDK	MIPSA2520D1R0	1.0	0.08	1500	2.5mm x 2.0mm x 1.2mm = 6mm <sup>3</sup>
Murata	LQM2HPN_G0	1.0	0.05	1600	2.5mm x 2.0mm x 0.6mm = 3mm <sup>3</sup>
Coilcraft	EPL2014	1.0	0.059	1600	2.0mm x 2.0mm x 1.4mm = 5.6mm <sup>3</sup>
TDK	MLP2520S	1.0	0.06	1500	2.0mm x 2.5mm x 1.0mm = 5mm <sup>3</sup>
TOKO	MIPF2520	2.2	0.05	1500	2.5mm x 2.0mm x 1.0mm = 5mm <sup>3</sup>
TOKO	DFE252012C	1	0.06	2500	2.5 x 2.0 x 1.2 = 6mm <sup>3</sup>
Murata	LQM32PN1ROMG0	1	0.06	1800	3.2 x 2.5 x 0.9 = 7.2mm <sup>3</sup>

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

表3. 47mΩ及68mΩ检测电阻时的充电电流设置

BIT	V <sub>I</sub> REG (mV)	I <sub>CHARGE</sub> (mA) R <sub>SNS</sub> = 47mΩ	I <sub>CHARGE</sub> (mA) R <sub>SNS</sub> = 68mΩ
V <sub>(CHGCC&lt;11110&gt;)</sub>	70.5	1500	1037
V <sub>(CHGCC&lt;10100&gt;)</sub>	47	1000	691
V <sub>(CHGCC&lt;01010&gt;)</sub>	23.5	500	345

表4. 47mΩ及68mΩ检测电阻时的浮充电流设置

BIT	V <sub>(TOPOFF)</sub> (mV)	I <sub>(TOPOFF)</sub> (mA) R <sub>SNS</sub> = 47mΩ	I <sub>(TOPOFF)</sub> (mA) R <sub>SNS</sub> = 68mΩ
V <sub>(TOPOFF&lt;&gt;)</sub>	9.4	200	138.2
V <sub>(TOPOFF&lt;&gt;)</sub>	4.7	100	69.1
V <sub>(TOPOFF&lt;&gt;)</sub>	2.35	50	34.5

表5. 上层I2C寄存器映射

REGISTER NAME	REGISTER ADDRESS	R/W	RESET CONDITION	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
CHGINT	0x0F	R	VSTBY or rising edge of SFO_POK	AICL_I	TOPOFF	DC_OVP	DC_UVP	CHG_I	BAT_I	THM_I	POWERUP
CHGINT_MSK	0x01	R/W	VSTBY or rising edge of SFO_POK	AICL_M	TOPOFF_M	DC_OVP_M	DC_UVP_M	CHG_M	BAT_M	THM_M	—
CHG_STAT	0x02	R	VSTBY or rising edge of SFO_POK	DCV_OK	DCI_OK	DCOVP_OK	DCUVP_OK	CHG_OK	BAT_OK	THM_OK	—
DETAILS1	0x03	R	VSTBY or rising edge of SFO_POK	DC_V	DC_I	DC_OVP	DC_UVP	RSVD	THM_D[2:0]		
DETAILS2	0x04	R	VSTBY or rising edge of SFO_POK	RSVD	RSVD	BAT_DT[1:0]			CHG_D[2:0]		



# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

表5. 上层I2C寄存器映射(续)

REGISTER NAME	REGISTER ADDRESS	R/W	RESET CONDITION	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
<b>CHGCNTL1</b>	0x05	R/W	VSTBY or rising edge of SFO_POK	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	DCMON_DIS	USB_SUS
<b>FCHGCRNT</b>	0x06	R/W	VSTBY or rising edge of SFO_POK	FCHGT[2:0]			CHGCC[3:0]				
<b>DCCRNT</b>	0x07	R/W	VSTBY or rising edge of SFO_POK	RSVD	CHGR STRT	DCILMT[5:0]					
<b>TOPOFF</b>	0x08	R/W	VSTBY or rising edge of SFO_POK	TOPOFFT[2:0]			IFST2P8	TOFFS[1:0]		CHGCV[1:0]	
<b>TEMPREG</b>	0x09	R/W	VSTBY or rising edge of SFO_POK	RTEMP[1:0]		THM CNFG	RSVD	RSVD	THMRES		SAFE REG
<b>PROTCMD</b>	0x0A	R/W	VSTBY or rising edge of SFO_POK	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	C_PROT[1:0]		RSVD	RSVD

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

I<sup>2</sup>C寄存器

充电器中断请求

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	RESET VALUE	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
CHGINT	0x6A	0x0F	0x01	R	Cleared upon read	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	AICL_I	TOPOFF	DC_OVP	DC_UVP	CHG_I	BAT_I	THM_I	POWERUP

位	名称	位说明	默认值
B7	AICL_I	<b>DC中断</b> 0 = 自上次读取该位后, DC状态无变化。 1 = 自上次读取该位后, DC状态已变化。	0
B6	TOPOFF	<b>浮充中断</b> 0 = 自上次读取该位后, 充电器浮充状态无变化。 1 = 充电器已进入浮充状态。	0
B5	DC_OVP	<b>DC过压中断</b> 0 = 自上次读取该位后, DC状态无变化。 1 = 自上次读取该位后, DC状态已变化。	0
B4	DC_UVP	<b>DC欠压中断</b> 0 = 自上次读取该位后, DC状态无变化。 1 = 自上次读取该位后, DC状态已变化。	0
B3	CHG_I	<b>充电电流中断</b> 0 = 自上次读取该位后, 充电器状态无变化。 1 = 自上次读取该位后, 充电器状态已变化。	0
B2	BAT_I	<b>电池中断</b> 0 = 自上次读取该位后, 电池状态无变化。 1 = 自上次读取该位后, 电池状态已变化。	0
B1	THM_I	<b>热敏电阻中断</b> 0 = 自上次读取该位后, THM状态无变化。 1 = 自上次读取该位后, THM状态已变化。	0
B0	POWERUP	<b>上电就绪中断</b> 0 = 自上次读取该位后, I <sup>2</sup> C寄存器未复位。 1 = 自上次读取该位后, I <sup>2</sup> C寄存器已复位。	1

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 充电器中断屏蔽

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	RESET VALUE	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
CHGINT_MASK	0x6A	0x01	0x00	R/W	N/A	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	AICL_M	TOPOFF_M	DC_OVP_M	DC_UVP_M	CHG_M	BAT_M	THM_M	—

位	名称	位说明	默认值
B7	AICL_M	DC中断屏蔽 0 = 未屏蔽 1 = 屏蔽	0
B6	TOPOFF_M	浮充中断屏蔽 0 = 未屏蔽 1 = 屏蔽	0
B5	DC_OVP_M	DC过压中断屏蔽 0 = 未屏蔽 1 = 屏蔽	0
B4	DC_UVP_M	DC欠压中断屏蔽 0 = 未屏蔽 1 = 屏蔽	0
B3	CHG_M	充电器电流中断屏蔽 0 = 未屏蔽 1 = 屏蔽	0
B2	BAT_M	电池中断屏蔽 0 = 未屏蔽 1 = 屏蔽	0
B1	THM_M	热敏电阻中断屏蔽 0 = 未屏蔽 1 = 屏蔽	0

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

充电状态

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	RESET VALUE	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
CHG_STAT	0x6A	0x02	R		N/A	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	DCV_OK	DCI_OK	DCOVP_OK	DCUVP_OK	CHG_OK	BAT_OK	THM_OK	—

位	名称	位说明
B7	DCV_OK	单位DC输入状态指示。更多信息请参见DC_DTLS[1:0]。 1 = DC输入无效。DC_V = 1。 0 = DC输入有效。DC_DTLS[1:0] = DC_V = 0。
B6	DCI_OK	1 = DC输入无效。DC_I = 1。 0 = DC输入有效。DC_DTLS[1:0] = DCI = 0。
B5	DCOVP_OK	1 = DC输入无效。DC_OVP = 1。 0 = DC输入有效。DC_DTLS[1:0] = DC_OVP = 0。
B4	DCUVP_OK	1 = DC UVP无效。 0 = DC输入有效。DC_DTLS[1:0] = DC_UVP = 0。
B3	CHG_OK	单位充电器状态指示。更多信息请参见CHG_DTLS[3:0]。 1 = 充电器已挂起充电。CHG_DTLS[3:0] = 0b0101或0b0110或0b0111或0b1000。 0 = 充电器正常。CHG_DTLS[3:0] ≠ 0b0101或0b0110或0b0111或0b1000。
B2	BAT_OK	单位电池状态指示。更多信息请参见BAT_DTLS[1:0]。 1 = 电池发生问题，充电器已挂起。BAT_DTLS[1:0] = 0b01或0b11。 0 = 电池正常。BAT_DTLS[1:0] = 0b10或0b00。
B1	THM_OK	单位热敏电阻状态指示。更多信息请参见THM_DTLS[2:0]。 1 = 热敏电阻温度超出允许的充电范围。THM_DTLS[2:0] ≠ 0b100或0b101。 0 = 热敏电阻温度在允许的充电范围之内。THM_DTLS[2:0] = 0b100或0b101。

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### DETAILS1

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
DETAILS1	0x6A	0x03	R	N/A	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	DC_V	DC_I	DC_OVP	DC_UVP	RSVD	THM_D[2:0]		

位名称	说明	默认值
DC_V	DC详细信息 0b0 = $V_{DC}$ 处于AICL模式。 $3V < V_{DC} < 4.5V$ 0b1 = $V_{DC}$ 有效。 $V_{DC} > 4.5V$	有效
DC_I	DC详细信息 0b0 = $I_{DC}$ 有效。 $I_{DC} <$ 输入限流值 0b1 = $I_{DC}$ 无效。 $I_{DC} >$ 输入限流值	有效
DC_OVP	DC详细信息 0b0 = $V_{DC}$ 有效。 $V_{DC} < V_{DCOVLO}$ 0b1 = $V_{DC}$ 无效。 $V_{DC} > V_{DCOVLO}$	有效
DC_UVP	DC详细信息 0b0 = $V_{DC}$ 有效。 $V_{DC} > V_{DCUVLO}$ 0b1 = $V_{DC}$ 无效。 $V_{DC} < V_{DCUVLO}$	有效
RSVD	保留	—
THM_D[2:0]	热敏电阻详细信息 0b001 = 低温，充电挂起(低温， $< 0^{\circ}C$ ) 0b010 = 低温充电(低温， $> 0^{\circ}C$ 且 $< 10^{\circ}C$ ) 0b011 = 标准温度充电(正常， $> 10^{\circ}C$ 且 $< 45^{\circ}C$ ) 0b100 = 高温充电(高温， $> 45^{\circ}C$ 且 $< 60^{\circ}C$ ) 0b101 = 高温，充电挂起( $> 60^{\circ}C$ )	有效

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### DETAILS2

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
DETAILS2	0x6A	0x04	R	N/A	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME			BAT_D[1:0]		CHG_D[3:0]			

名称	说明	默认值
BAT_D[1:0]	<b>电池详细信息</b> 0b00 = $V_{BAT} < 2.1V$ 。也在CHG_DTLS[3:0]中将该条件报告为0b0000。 0b01 = 电池充电时间长于预期值。这可能是系统大电流、电池老化、电池损坏或其它原因造成的。充电已挂起，充电器处于定时器故障模式。也在CHG_DTLS[3:0]中将该条件报告为0b0110。 0b10 = 电池正常。 0b11 = 电池电压大于电池过压标识门限(BATOV)，BATOV设置为高于 $V_{BATREG}$ 目标的百分比，由CHGCV设置。注意，只有DC输入有效时，才产生该标识。	N/A
CHG_D[3:0]	<b>充电器详细信息</b> 0b0000 = 充电器处于耗尽区域。 0b0001 = 充电器处于预充模式。 0b0010 = 充电器处于快充恒流模式。 0b0011 = 充电器处于快充恒压模式。 0b0100 = 充电器处于浮充模式。 0b0101 = 充电器处于完成模式。 0b0110 = 充电器处于定时器故障模式。 0b0111 = 充电器处于温度挂起模式，参见THM_DTLS[2:0]。 0b1000 = 充电器关闭，DC无效且/或禁用充电器。 0b1001 = 充电器处于预充、快充或浮充模式，且热控制回路处于工作状态(即结温高于REGTEMP[1:0]设置的值)。	N/A

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

USB挂起

输入电压禁用

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
CHGCNTL1	0x6A	0x05	R/W	N/A	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME							DCMON_DIS	USB_SUS

位名称	位说明	默认值
—	—	0
—	—	0
—	—	0
—	—	0
—	—	0
—	—	0
DCMON_DIS	DCMON_DIS, 禁止用输入功率限幅器监测输入电压。	0
USB_SUS	USB挂起, 低静态电流待机模式。	0

快充电流和定时器控制

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
FCHGCRNT	0x6A	0x06	R/W	Protected with CPROT[1:0]	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	FCHGT[2:0]			CHGCC[4:0]				

位	名称	说明	默认值
B4-B0	CHGCC[4:0]	<b>快充电流选择</b> 使能充电器时, 由这些位设置充电限流值。这些位的范围从250mA至1.55A, 步长为50mA。表6所列为CHGCC[4:0]编码的完整列表。	500mA
B7, B6, B5	FCHGT[2:0]	<b>快充定时器时间(t<sub>FC</sub>)</b> 0x00 = 0b000 = 禁用 0x01 = 0b001 = 4小时 0x02 = 0b010 = 5小时 0x03 = 0b011 = 6小时 0x04 = 0b100 = 7小时 0x05 = 0b101 = 8小时 0x06 = 0b110 = 9小时 0x07 = 0b111 = 10小时	0b010

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

表6. CHGCC[4:0]解码

CHGCC[4:0]					CHARGE CURRENT with 47mΩ Sense (mA)
0	0	0	0	0	250
0	0	0	0	1	250
0	0	0	1	0	250
0	0	0	1	1	250
0	0	1	0	0	250
0	0	1	0	1	250
0	0	1	1	0	300
0	0	1	1	1	350
0	1	0	0	0	400
0	1	0	0	1	450
0	1	0	1	0	500
0	1	0	1	1	550
0	1	1	0	0	600
0	1	1	0	1	650
0	1	1	1	0	700
0	1	1	1	1	750

CHGCC[4:0]					CHARGE CURRENT with 47mΩ Sense (mA)
1	0	0	0	0	800
1	0	0	0	1	850
1	0	0	1	0	900
1	0	0	1	1	950
1	0	1	0	0	1000
1	0	1	0	1	1050
1	0	1	1	0	1100
1	0	1	1	1	1150
1	1	0	0	0	1200
1	1	0	0	1	1250
1	1	0	1	0	1300
1	1	0	1	1	1350
1	1	1	0	0	1400
1	1	1	0	1	1450
1	1	1	1	0	1500
1	1	1	1	1	1550

### 输入限流值和充电器重启门限

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
DCCRNT	0x6A	0x07	R/W	Protected with CPROT[1:0]	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME		CHGRSTRT	DCILMT[5:0]					

名称	说明	默认值
CHGRSTRT	快充重启门限 0b0 = -150mV 0b1 = -100mV	0b0
DCILMT[5:0]	输入限流值选择 DC-DC转换器打开时，该寄存器设置V <sub>DC</sub> 输入限流值。位设置为100mA至1.5A，步长为25mA。表7所列为DCILMT[5:0]编码的完整列表。	500mA



## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

表7. DCILMT[5:0]位编码

DCILMT[5:0]						TARGET INPUT LIMIT (mA)
0	0	0	0	0	0	100
0	0	0	0	0	1	100
0	0	0	0	1	0	100
0	0	0	0	1	1	100
0	0	0	1	0	0	100
0	0	0	1	0	1	100
0	0	0	1	1	0	100
0	0	0	1	1	1	100
0	0	1	0	0	0	100
0	0	1	0	0	1	100
0	0	1	0	1	0	250
0	0	1	0	1	1	275
0	0	1	1	0	0	300
0	0	1	1	0	1	325
0	0	1	1	1	0	350
0	0	1	1	1	1	375
0	1	0	0	0	0	400
0	1	0	0	0	1	425
0	1	0	0	1	0	450
0	1	0	0	1	1	475
0	1	0	1	0	0	500
0	1	0	1	0	1	525
0	1	0	1	1	0	550
0	1	0	1	1	1	575
0	1	1	0	0	0	600
0	1	1	0	0	1	625
0	1	1	0	1	0	650
0	1	1	0	1	1	675
0	1	1	1	0	0	700
0	1	1	1	0	1	725
0	1	1	1	1	0	750
0	1	1	1	1	1	775
1	0	0	0	0	0	800
1	0	0	0	0	1	825
1	0	0	0	1	0	850
1	0	0	0	1	1	875
1	0	0	1	0	0	900
1	0	0	1	0	1	925
1	0	0	1	1	0	950
1	0	0	1	1	1	975
1	0	1	0	0	0	1000

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

表7. DCILMT[5:0]位编码(续)

DCILMT[5:0]						TARGET INPUT LIMIT (mA)
1	0	1	0	0	1	1025
1	0	1	0	1	0	1050
1	0	1	0	1	1	1075
1	0	1	1	0	0	1100
1	0	1	1	0	1	1125
1	0	1	1	1	0	1150
1	0	1	1	1	1	1175
1	1	0	0	0	0	1200
1	1	0	0	0	1	1225
1	1	0	0	1	0	1250
1	1	0	0	1	1	1275
1	1	0	1	0	0	1300
1	1	0	1	0	1	1325
1	1	0	1	1	0	1350
1	1	0	1	1	1	1375
1	1	1	0	0	0	1400
1	1	1	0	0	1	1425
1	1	1	0	1	0	1450
1	1	1	0	1	1	1475
1	1	1	1	0	0	1500
1	1	1	1	1	1	Disable

注：DCILIMIT门限为目标值的95%。

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

充电终止电流、定时器、GSM测试模式和电池稳压

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
TOPOFF	0x6A	0x08	R/W	Protected with CPROT[1:0]	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	TOFFT[2:0]			IFST2p8	TOFFS[1:0]		CHGCV[1:0]	

名称	说明	默认值
TOFFT[2:0]	<p>浮充定时器设置</p> <p>0x00 = 0b000 = 0分钟            0x01 = 0b001 = 10分钟            0x02 = 0b010 = 20分钟            0x03 = 0b011 = 30分钟            0x04 = 0b100 = 40分钟            0x05 = 0b101 = 50分钟            0x06 = 0b110 = 60分钟            0x07 = 0b111 = 70分钟</p>	0b011
IFST2P8	<p>将最大快充电流放大至2.8A</p> <p>作为用户脉冲测试模式，器件不能在2.8A下连续工作。</p>	0b0
TOFFS[1:0]	<p>浮充电流门限</p> <p>I<sub>CHG</sub>达到该电流设置时，浮充定时器启动。</p> <p>0x0 = 0b00 = 50mA            0x1 = 0b01 = 100mA            0x2 = 0b10 = 150mA            0x3 = 0b11 = 200mA</p>	0b00
CHGCV[1:0]	<p>充电终止电压设置</p> <p>0x00 = 0b00 = 4.2V            0x01 = 0b01 = 4.10V            0x02 = 0b10 = 4.35V            0x03 = 0b11 = 4.15V</p>	0b00

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

温度调节

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
TEMPREG	0x6A	0x09	R/W	Protected with CPROT[1:0]	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	REGTEMP[1:0]		THM_CNFG	—	—	THMRES[1:0]		SAFETYREG

名称	位说明	默认值
REGTEMP[1:0]	管芯温度调节环路门限 0x0 = 0b00 = 105°C 0x1 = 0b01 = 90°C 0x2 = 0b10 = 120°C 0x3 = 0b11 = 禁用	0b00
THM_CNFG	热敏电阻监测器配置 0b0 = 持续监测热敏电阻。 0b1 = 不监测热敏电阻。	0b1
Reserved	保留	NA
Reserved	保留	NA
SAFETYREG	JEITA安全区域选择 0 = 安全区域1 1 = 安全区域2	0b0

充电保护

REGISTER NAME	I <sup>2</sup> C SLAVE ADDRESS	REGISTER ADDRESS	ACCESS TYPE	SPECIAL FEATURES	RESET CONDITION
PROTCMD	0x6A	0x0A	R/W	N/A	VSTBY INVALID or rising edge of SFO_POK

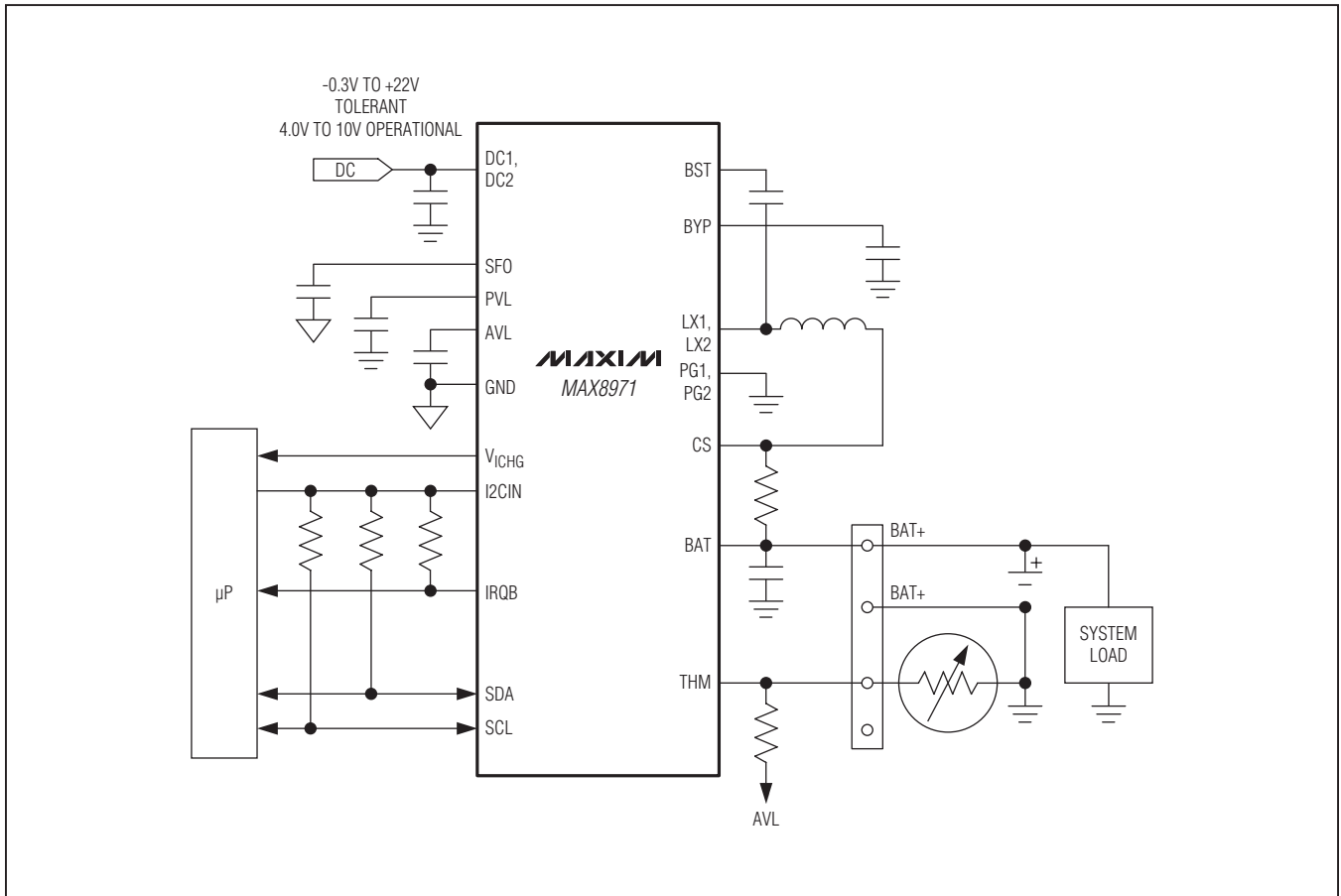
BITS	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NAME	—	—	—	—	CPROT[1:0]		—	—

名称	说明	默认值
CPROT[1:0]	充电器设置保护位 向这些位写11，解锁以上寄存器的设置。写除11之外的任何值，都将锁定这些寄存器。 0b00 = 锁定 0b01 = 锁定 0b10 = 锁定 0b11 = 解锁	0b00

# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

简化应用电路



### 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8971EWP+	-40°C to +85°C	20-Bump WLP (0.4mm pitch)

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

### 芯片信息

PROCESS: BiCMOS

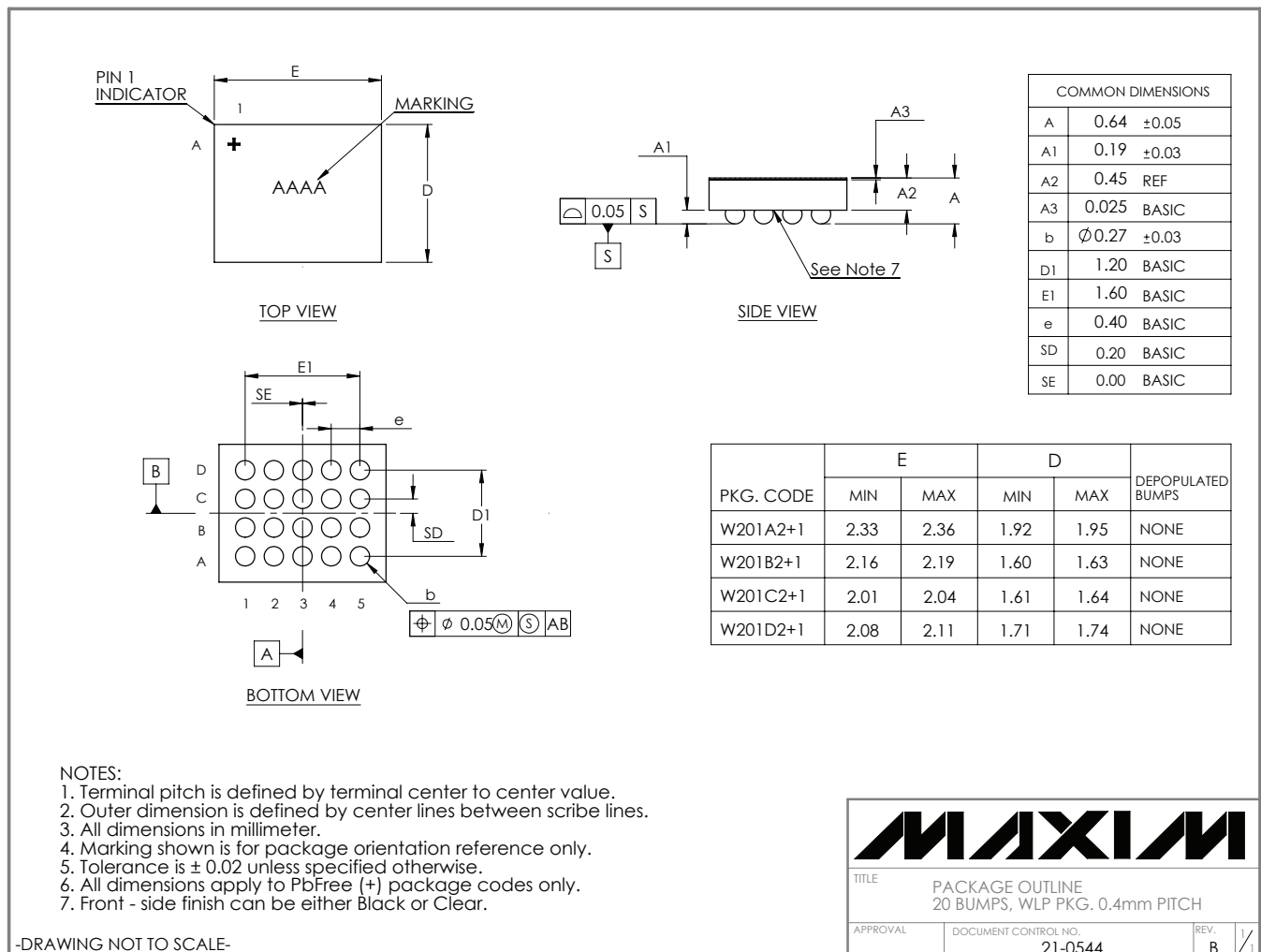
# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 封装信息

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
20 WLP	W201B2-1	<a href="#">21-0544</a>	参见 <a href="#">应用笔记1891</a>



# MAX8971

## 尺寸最小的1.55A 单节Li+电池DC-DC充电器

### 修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	1/12	最初版本。	—

### 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, Inc. 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-1000** \_\_\_\_\_ **39**