

可提供评估板

MAXIM

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

### 概述

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D是集成的单节Li+电池充电器和Smart Power Selector™ (智能电源选择器)，提供双电源输入(交流适配器和USB)。开关模式充电器工作在较高的开关频率，可以省去散热器并允许使用小尺寸外部元件。该器件可采用独立的USB电源或交流适配器供电，也可以用一个输入端接收两路电源输入。芯片集成了所有充电功能和用于切换电池、外部电源、负载的功率开关。无需外部MOSFET、反向保护二极管和检流电阻。

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D优化工作于智能化电源管理模式，可充分利用有限的USB或适配器电源的供电能力。电池充电电流和SYS输出限流均可独立设置。在保证系统供电的前提下为电池充电。充电电流和SYS输出限流可设置在最高2A，USB输入限流可设置在100mA或500mA。输入选择电路能够自动地将系统供电电源从电池切换到外部电源。器件工作在4.15V至16V直流输入电压范围，输入端具有高达20V的保护；USB输入范围为4.1V至6.3V，输入端具有最高8V保护。

未接输入电源时，MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D内部电路可以阻止电流从电池、系统倒灌到直流电源、USB输入。其它功能包括：预充检测及定时器、快充定时器、过压保护、充电状态指示和故障指示输出、电源就绪监视器以及电池热敏电阻检测等。此外，片内热管理电路可以根据需要降低电池充电速率或交流适配器的充电电流，以防止充电器过热。MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D采用4mm x 4mm、28引脚薄型QFN封装。

### 应用

PDA、掌上电脑和 无线手持装置	便携式多媒体播放器
个人导航设备	移动互联网设备
智能蜂窝电话	超便携移动PC

### 选型指南

PART	MINIMUM SYS VOLTAGE (V)	BATTERY REGULATION VOLTAGE (V)
MAX8903AETI+	3.0	4.2
MAX8903CETI+	3.4	4.2
MAX8903DETI+	3.4	4.1

\*受美国专利#6,507,172保护。

Smart Power Selector是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。

### 特性

- ◆ 高效DC-DC转换器，无需散热器
- ◆ 4MHz开关频率，允许使用小尺寸外部元件
- ◆ 立即导通—能够在没有电池或低电池电压下工作
- ◆ 两路限流输入—交流适配器或USB  
适配器/USB/电池供电自动切换，支持瞬变负载  
50mΩ系统至电池切换开关  
支持USB规范
- ◆ 热敏电阻检测
- ◆ 集成检流电阻
- ◆ 无需外部MOSFET或二极管
- ◆ 4.1V至16V输入工作电压范围

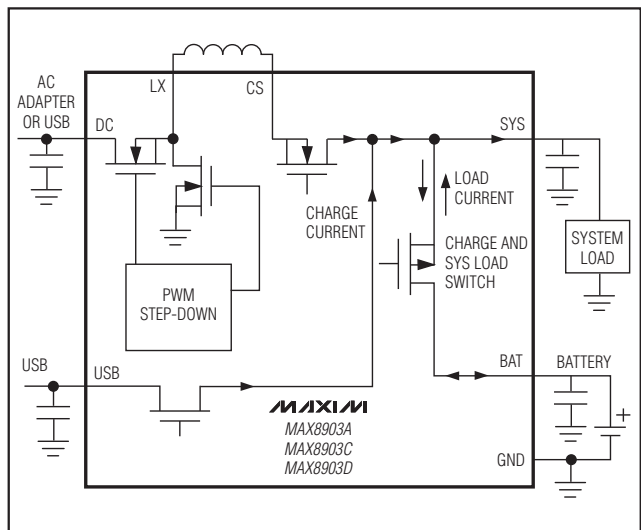
### 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8903AETI+	-40°C to +85°C	28 Thin QFN-EP**
MAX8903CETI+	-40°C to +85°C	28 Thin QFN-EP**
MAX8903DETI+	-40°C to +85°C	28 Thin QFN-EP**

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

\*\*EP = 裸焊盘。

### 典型工作电路



引脚配置在数据资料的最后给出。

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maxim-ic.com。

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DC, LX, DCM to GND	-0.3V to +20V
DC to SYS	-6V to +20V
BST to GND	-0.3V to +26V
BST TO LX	-0.3V to +6V
USB to GND	-0.3V to +9V
USB to SYS	-6V to +9V
VL to GND	-0.3V to +6V
THM, IDC, ISET, CT to GND	-0.3V to (VL + 0.3V)
DOK, FLT, CEN, UOK, CHG, USUS, BAT, SYS, IUSB, CS to GND	-0.3V to +6V
SYS to BAT	-0.3V to +6V
PG, EP (exposed pad) to GND	-0.3V to +0.3V
DC Continuous Current (total in two pins)	2.4ARMS
USB Continuous Current	1.6A

LX Continuous Current (total in two pins)	2.4ARMS
CS Continuous Current (total in two pins)	2.4ARMS
SYS Continuous Current (total in two pins)	3ARMS
BAT Continuous Current (total in two pins)	3ARMS
Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)	
28-Pin Thin QFN-EP	
Multilayer (derate 28.6mW/°C above +70°C)	2286mW
28-Pin Thin QFN-EP	
Single-Layer (derate 20.8mW/°C above +70°C)	1666.7mW
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature Range	-40°C to +150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

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> = V<sub>USB</sub> = 5V, V<sub>BAT</sub> = 4V, circuit of Figure 2, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>DC INPUT</b>						
DC Operating Range		4.15		16	V	
DC Undervoltage Threshold	When V <sub>DOK</sub> goes low, V <sub>DC</sub> rising, 500mV typical hysteresis	No valid USB input	3.9	4.0	4.1	V
		Valid USB input	4.0	4.3	4.4	
DC Overvoltage Threshold	When V <sub>DOK</sub> goes high, V <sub>DC</sub> rising, 500mV typical hysteresis	16.5	17	17.5	V	
DC Supply Current	Charger enabled, no switching, V <sub>SYS</sub> = 5V		2.3	4	mA	
	Charger enabled, f = 3MHz, V <sub>DC</sub> = 5V		15			
	Charger enabled, V <sub>CEN</sub> = 0V, 100mA USB mode (Note 2)		1	2		
	Charger enabled, V <sub>CEN</sub> = 5V, 100mA USB mode (Note 2)		1	2		
	V <sub>DCM</sub> = 0V, V <sub>USUS</sub> = 5V		0.10	0.25		
DC High-Side Resistance			0.15		Ω	
DC Low-Side Resistance			0.15		Ω	
DC-to-BAT Dropout Resistance			0.31		Ω	
DC-to-BAT Dropout Voltage	When SYS regulation and charging stops, V <sub>DC</sub> falling, 200mV hysteresis	0	15	30	mV	
Switching Frequency	V <sub>DC</sub> = 8V, V <sub>BAT</sub> = 4V		4		MHz	
	V <sub>DC</sub> = 5V, V <sub>BAT</sub> = 3V		3			
DC Step-Down Output Current-Limit Step Range		0.5		2	A	
DC Step-Down Output Current Limit	V <sub>DC</sub> = 6V, V <sub>SYS</sub> = 4V	R <sub>IDC</sub> = 3kΩ	1900	2000	2100	mA
		R <sub>IDC</sub> = 6kΩ	950	1000	1050	
		R <sub>IDC</sub> = 12kΩ	450	500	550	
DC Soft-Start Time	No valid USB input		1		ms	
	Valid USB input before soft-start		20		μs	

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器, 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DC} = V_{USB} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 4V$ , circuit of Figure 2,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)  
(Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS	
DC Output Current 500mA USB Mode (Note 3)	$V_{DCM} = 0V$ , $V_{IUSB} = 5V$		450	475	500	mA	
DC Output Current 100mA USB Mode (Note 2)	$V_{DCM} = 0V$ , $V_{IUSB} = 0V$		90	95	100	mA	
SYS to DC Reverse Current Blocking	$V_{SYS} = 5.5V$ , $V_{DC} = 0V$			0.01		$\mu A$	
<b>USB INPUT</b>							
USB Operating Range			4.1		6.3	V	
USB Standoff Voltage					8	V	
USB Undervoltage Threshold	When $\overline{V_{UOK}}$ goes low, $V_{USB}$ rising, 500mV hysteresis		3.95	4.0	4.05	V	
USB Overvoltage Threshold	When $\overline{V_{UOK}}$ goes high, $V_{USB}$ rising, 500mV hysteresis		6.8	6.9	7.0	V	
USB Current Limit	$V_{IUSB} = 0V$ (100mA setting)		90	95	100	mA	
	$V_{IUSB} = 5V$ (500mA setting)		450	475	500		
USB Supply Current	$I_{SYS} = I_{BAT} = 0mA$ , $V_{CEN} = 0V$			1.3	3	mA	
	$I_{SYS} = I_{BAT} = 0mA$ , $V_{CEN} = 5V$			0.8	2		
	$V_{USUS} = 5V$ (USB suspend mode)			0.115	0.25		
Minimum USB to BAT Headroom			0	15	30	mV	
USB to SYS Dropout Resistance				0.2	0.35	$\Omega$	
USB Soft-Start Time	$V_{USB}$ rising			1		ms	
	$V_{DC}$ falling below DC UVLO to initiate USB soft-start			20		$\mu s$	
<b>SYS OUTPUT</b>							
Minimum SYS Regulation Voltage	$I_{SYS} = 1A$ , $V_{BAT} < V_{SYSMIN}$	MAX8903A		3.0		V	
		MAX8903C/MAX8903D		3.4			
Regulation Voltage	$I_{SYS} = 0A$		4.3	4.4	4.5	V	
Load Regulation	$I_{SYS} = 0$ to 2A			40		mV/A	
CS to SYS Resistance	$V_{DC} = 6V$ , $V_{DCM} = 5V$ , $V_{SYS} = 4V$ , $I_{CS} = 1A$			0.07		$\Omega$	
SYS to CS Leakage	$V_{SYS} = 5.5V$ , $V_{DC} = V_{CS} = 0V$			0.01		$\mu A$	
BAT to SYS Resistance	$V_{DC} = V_{USB} = 0V$ , $V_{BAT} = 4.2V$ , $I_{SYS} = 1A$			0.05	0.1	$\Omega$	
BAT to SYS Reverse Regulation Voltage	$V_{USB} = 5V$ , $V_{DC} = 0V$ , $V_{IUSB} = 0V$ , $I_{SYS} = 200mA$		50	75	100	mV	
SYS Undervoltage Threshold	SYS falling, 200mV hysteresis (Note 4)		1.8	1.9	2.0	V	
<b>BATTERY CHARGER</b>							
BAT Regulation Voltage	$I_{BAT} = 0mA$	MAX8903A/ MAX8903C	$T_A = +25^{\circ}C$	4.179	4.2	4.221	V
			$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	4.158	4.2	4.242	
		MAX8903D	$T_A = +25^{\circ}C$	4.079	4.1	4.121	
			$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	4.059	4.1	4.141	
Charger Restart Threshold	Change in $V_{BAT}$ from DONE to fast-charge		-150	-100	-60	mV	
BAT Prequal Threshold	$V_{BAT}$ rising, 180mV hysteresis		2.9	3	3.1	V	
Prequal Charge Current	Percentage of fast-charge current set at ISET			10		%	

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器, 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DC} = V_{USB} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 4V$ , circuit of Figure 2,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)  
(Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Fast-Charge Current	$R_{ISET} = 600\Omega$	1800	2000	2200	mA
	$R_{ISET} = 1.2k\Omega$	900	1000	1100	
	$R_{ISET} = 2.4k\Omega$	450	500	550	
DONE Threshold	Percentage of fast-charge, $I_{BAT}$ decreasing		10		%
$R_{ISET}$ Resistor Range		0.6		2.4	k $\Omega$
ISET Output Voltage			1.5		V
ISET Current Monitor Gain			1.25		mA/A
BAT Leakage Current	No DC or USB input		0.05	4	$\mu$ A
	With valid input power, $V_{CEN} = 5V$		1	6	
Charger Soft-Start Time			1.0		ms
Charger Thermal Limit Temperature			100		$^{\circ}C$
Charger Thermal Limit Gain	Charge current = 0 at $+120^{\circ}C$		5		%/ $^{\circ}C$
<b>CHARGER TIMER</b>					
Prequalification Time	$C_{CT} = 0.15\mu F$		33		min
Fast-Charge Time	$C_{CT} = 0.15\mu F$		660		min
Timer Accuracy		-15		+15	%
Timer Extend Current Threshold	Percentage of fast-charge current below which the timer clock operates at half-speed	40	50	60	%
Timer Suspend Current Threshold	Percentage of fast-charge current below which timer clock pauses	16	20	24	%
Charge Done Delay Time	From done threshold detection until charger turns off and $\overline{CHG}$ goes high		15		s
<b>THERMISTOR MONITOR</b>					
THM Threshold, Hot	When charging is suspended, 1% hysteresis	$0.27 \times V_{VL}$	$0.28 \times V_{VL}$	$0.29 \times V_{VL}$	V
THM Threshold, Cold	When charging is suspended, 1% hysteresis	$0.73 \times V_{VL}$	$0.74 \times V_{VL}$	$0.75 \times V_{VL}$	V
THM Threshold, Disabled	THM function is disabled below this voltage	$0.0254 \times V_{VL}$	$0.03 \times V_{VL}$	$0.036 \times V_{VL}$	V
THM Input Leakage	THM = GND or VL; $T_A = +25^{\circ}C$	-0.1	+0.001	+0.2	$\mu$ A
	THM = GND or VL; $T_A = +85^{\circ}C$		0.01		
<b>THERMAL SHUTDOWN, VL, AND LOGIC I/O: <math>\overline{CHG}</math>, <math>\overline{FLT}</math>, <math>\overline{DOK}</math>, <math>\overline{UOK}</math>, <math>\overline{DCM}</math>, <math>\overline{CEN}</math>, USUS, IUSB</b>					
Logic-Input Thresholds ( $\overline{DCM}$ , $\overline{CEN}$ , USUS, IUSB)	High level	1.3			V
	Low level		0.4		
	Hysteresis		50		mV
Logic-Input Leakage Current ( $\overline{DCM}$ , $\overline{CEN}$ , USUS, IUSB)	$V_{INPUT} = 0$ to 5.5V	$T_A = +25^{\circ}C$	0.001	1	$\mu$ A
		$T_A = +85^{\circ}C$	0.01		

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{DC} = V_{USB} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 4V$ , circuit of Figure 2,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)  
(Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Logic Output Voltage, Low (CHG, FLT, DOK, UOK)	Sinking 1mA		8	50	mV
	Sinking 10mA		80		
Open-Drain Output Leakage Current, High (CHG, FLT, DOK, UOK)	$V_{OUT} = 5.5V$	$T_A = +25^{\circ}C$	0.001	1	$\mu A$
		$T_A = +85^{\circ}C$	0.01		
VL Output Voltage	$V_{DC} = V_{USB} = 6V$ , $I_{VL} = 0$ to 1mA	4.6	5	5.4	V
VL UVLO Threshold	$V_{VL}$ falling; 200mV hysteresis		3.2		V
Thermal Shutdown Temperature			160		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis			15		$^{\circ}C$

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

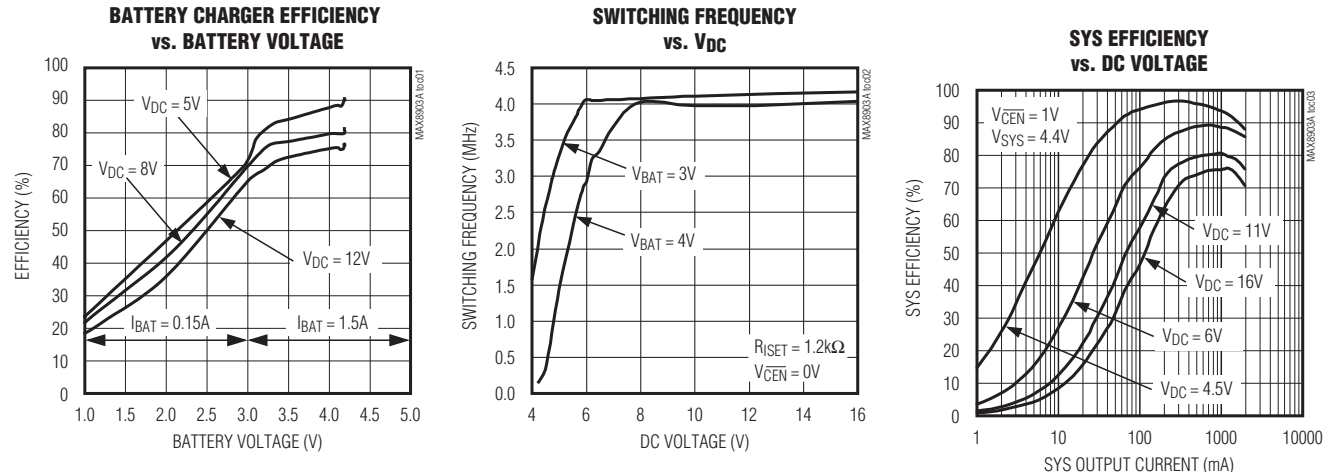
**Note 2:** For the 100mA USB mode using the DC input, the step-down regulator is turned off and a low-dropout linear regulator is connected from DC to SYS.

**Note 3:** For the 500mA USB mode, the actual current drawn from USB is less than the output current due to the input/output current ratio of the DC-DC converter.

**Note 4:** For short-circuit protection, SYS sources 25mA below  $V_{SYS} = 400mV$ , and 50mA for  $V_{SYS}$  between 400mV and 2V.

## 典型工作特性

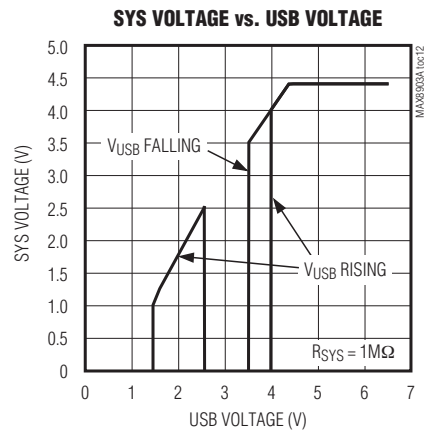
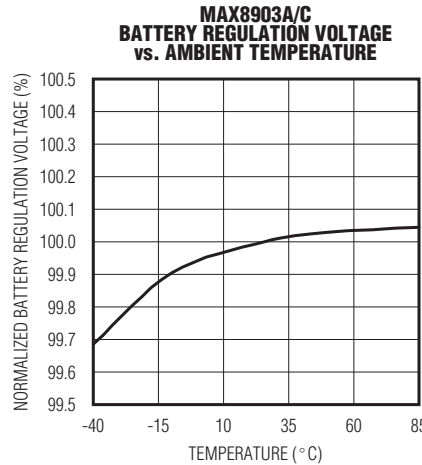
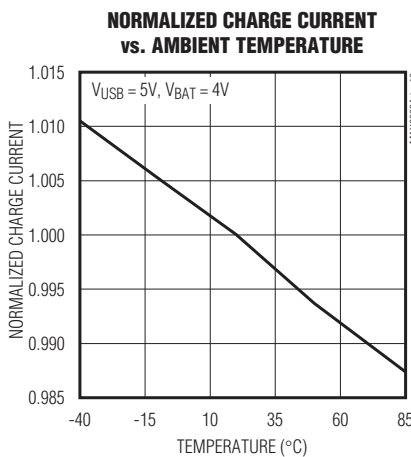
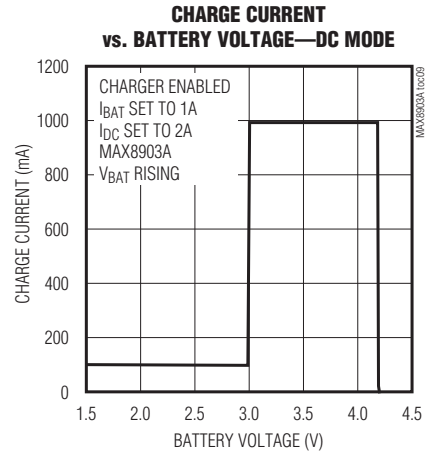
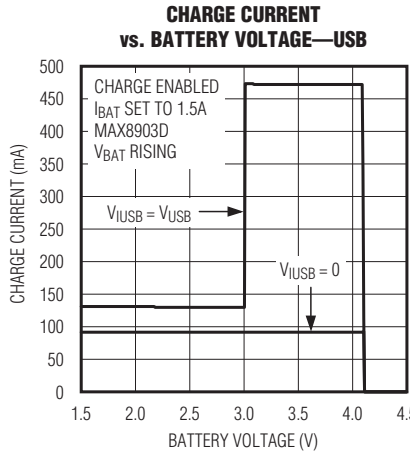
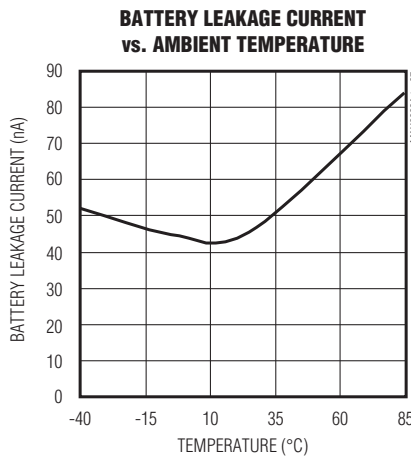
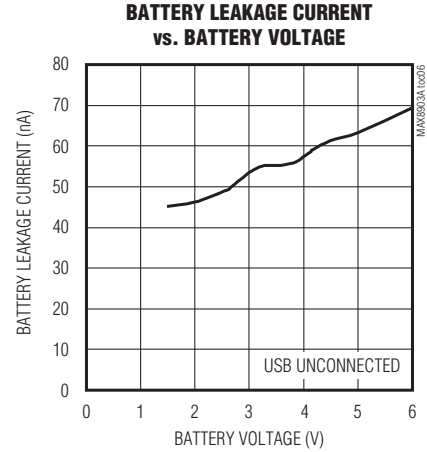
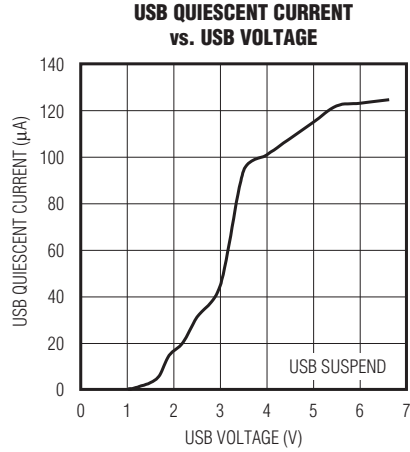
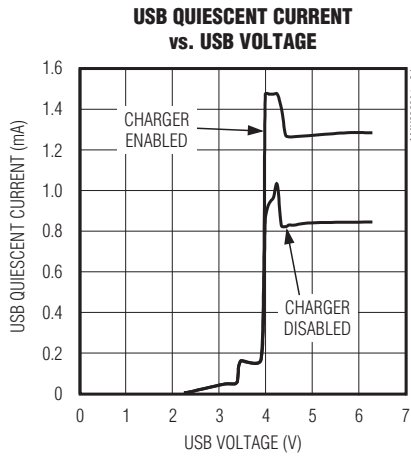
( $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)



# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

典型工作特性(续)

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

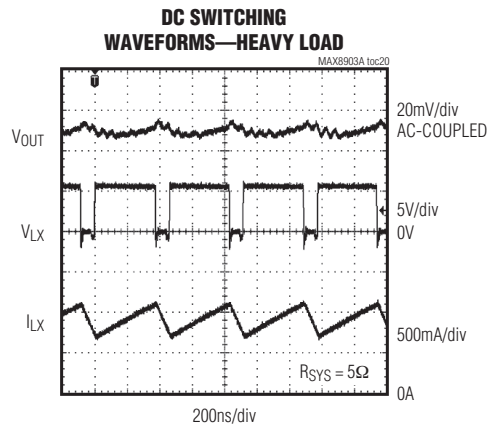
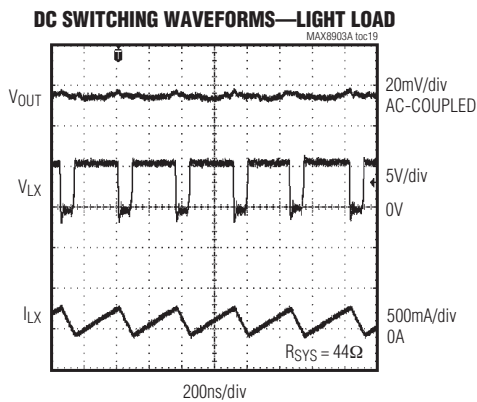
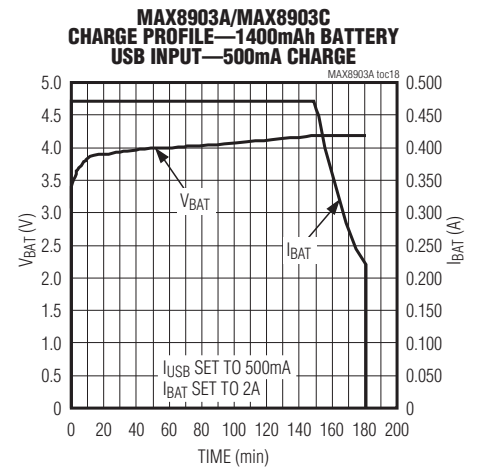
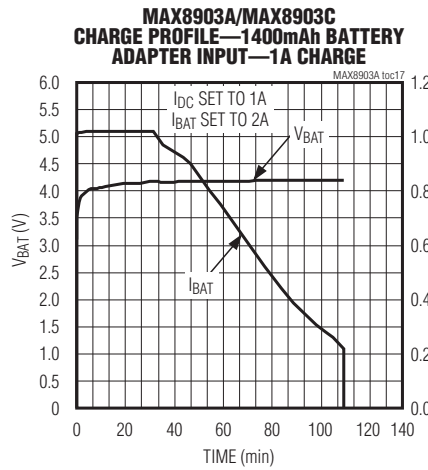
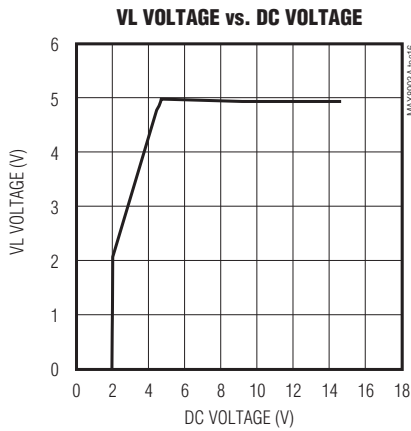
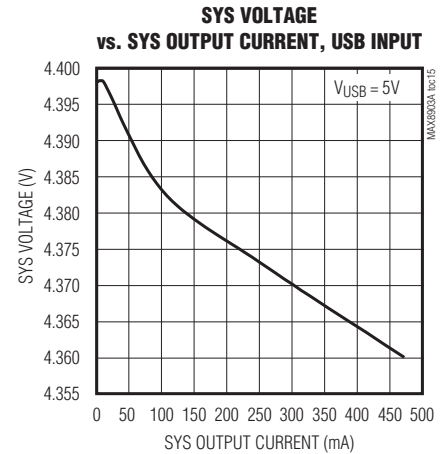
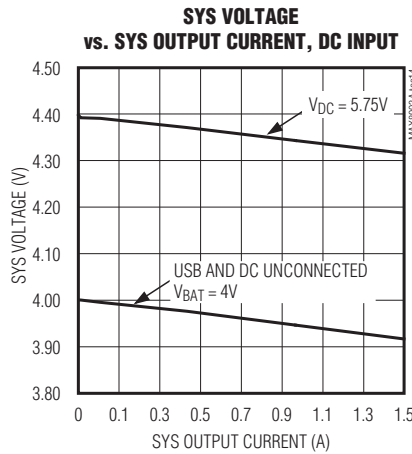
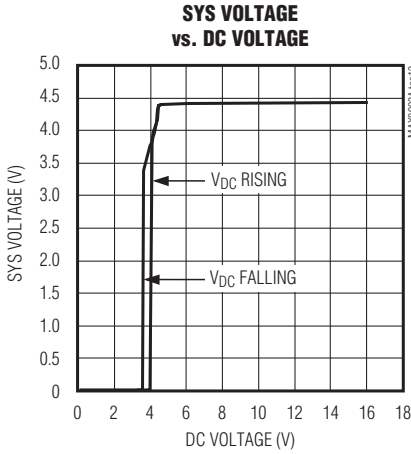


# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

典型工作特性(续)

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

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D



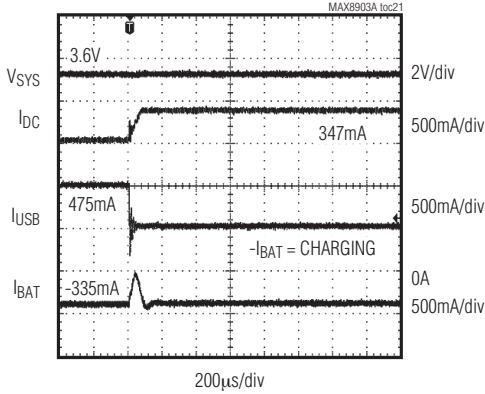


# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

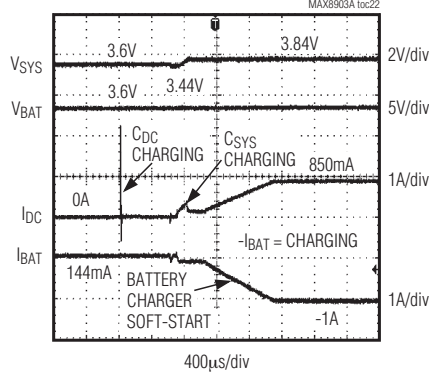
典型工作特性(续)

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

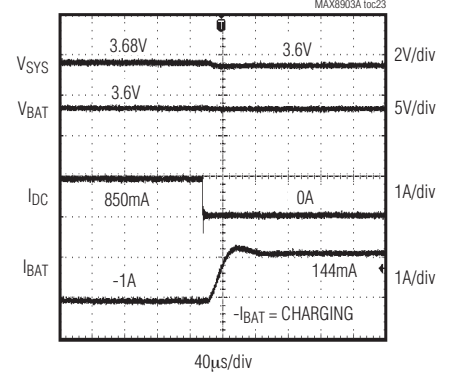
**DC CONNECT WITH  
USB CONNECTED ( $R_{\text{SYS}} = 25\Omega$ )**



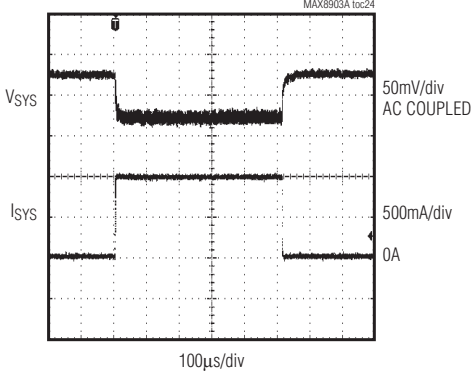
**DC CONNECT WITH NO USB  
( $R_{\text{SYS}} = 25\Omega$ )**



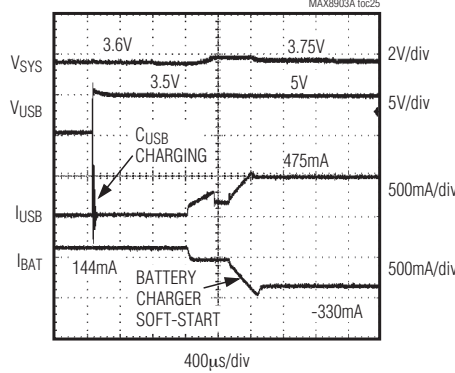
**DC DISCONNECT WITH NO USB  
( $R_{\text{SYS}} = 25\Omega$ )**



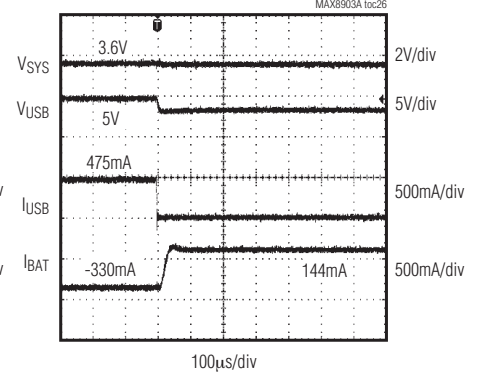
**SYS LOAD TRANSIENT  
(0 TO 1A)**



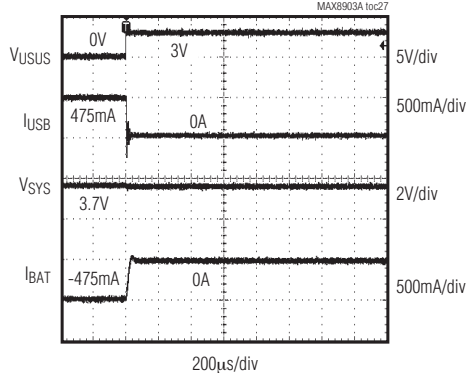
**USB CONNECT WITH NO DC  
( $R_{\text{SYS}} = 25\Omega$ )**



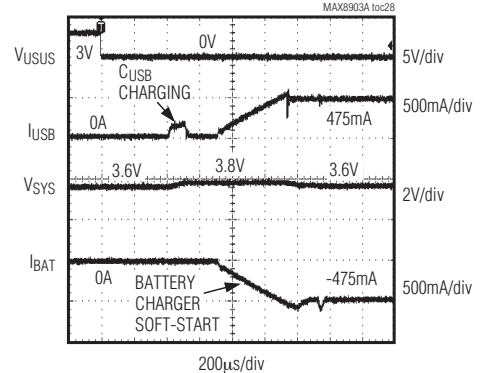
**USB DISCONNECT WITH NO DC  
( $R_{\text{SYS}} = 25\Omega$ )**



**USB SUSPEND**



**USB RESUME**





# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

引脚说明

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

引脚	名称	功能
1, 2	PG	降压低边同步n沟道MOSFET的功率地，两个PG引脚必须在外部连接在一起。
3, 4	DC	直流电源输入。DC能够向SYS提供高达2A的电流。DC支持交流适配器和USB输入，DC限流根据所使用的输入电源通过DCM、IUSB或IDC设置，请参考表2。两个DC引脚必须在外部连接在一起。请在DC和PG之间连接一个至少4.7μF的陶瓷电容。
5	DCM	直流电源输入的限流模式设置。置于逻辑高电平时，直流输入电流门限由IDC的外接电阻设置；置于逻辑低电平时，直流输入电流门限在内部设置为500mA或100mA，由IUSB引脚设置。
6	BST	高边MOSFET驱动电源。用一个0.1μF陶瓷电容将BST旁路至LX。
7	IUSB	USB限流设置输入。将IUSB驱动至逻辑低电平时，USB电流门限为100mA；将IUSB驱动至逻辑高电平时，USB电流门限为500mA。
8	$\overline{\text{DOK}}$	直流电源就绪输出。当在DC上检测到有效输入时，将低电平有效的开漏输出拉至低电平。当充电器被禁用( $\overline{\text{CEN}}$ 为逻辑高电平)时， $\overline{\text{DOK}}$ 仍然保持有效输出。
9	VL	逻辑电路LDO输出。VL为LDO输出，该输出向MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D内部电路供电并向BST电容充电。在VL和GND之间连接一个1μF的陶瓷电容。
10	CT	充电定时器设置输入。CT和GND之间的电容( $C_{CT}$ )用于设置快充和预充故障定时器，该引脚接GND时禁用定时器。
11	IDC	直流电源限流设置输入。在IDC和GND之间连接一个电阻( $R_{IDC}$ )，当DCM为逻辑高电平时，降压调节器的电流门限设置为0.5A至2A。
12	GND	地，GND是内部电路的低噪声接地端。
13	ISET	充电电流设置输入。ISET和GND之间的电阻( $R_{ISET}$ )用于设置快充电流，最大值为2A。预充电流为快充电流的10%。
14	$\overline{\text{CEN}}$	充电器使能输入。 $\overline{\text{CEN}}$ 接GND时，如果DC或USB连接到有效电源则使能电池充电；接VL时，或将其驱动至逻辑高电平，则禁止电池充电。
15	USUS	USB挂起输入。USUS驱动至逻辑高电平时进入USB挂起模式，USB电流降低至115μA，并在内部将SYS短路至BAT。
16	THM	热敏电阻输入。将一个负温度系数(NTC)热敏电阻连接在THM和GND之间。将一个阻值等于+25°C时热敏电阻阻值的电阻连接在THM和VL之间。当热敏电阻超出高温、低温门限时，充电器被挂起。将THM连接至GND时，禁用热敏电阻温度检测。
17	USB	USB电源输入。USB能够向SYS提供100mA或500mA电流，取决于IUSB逻辑输入的设置。在USB和GND之间连接一个4.7μF的陶瓷电容。
18	$\overline{\text{FLT}}$	故障指示输出。若电池定时器在快充或预充完成之前超时，低电平有效的开漏输出将被拉至低电平。
19	$\overline{\text{UOK}}$	USB电源就绪输出。当在USB上检测到有效输入时，低电平有效的开漏输出被拉至低电平。充电器禁用( $\overline{\text{CEN}}$ 为逻辑高)时， $\overline{\text{UOK}}$ 仍然保持有效。
20, 21	BAT	电池连接端，连接到单节Li+电池。当DC或USB存在有效电源时，电池通过SYS充电。当DC和USB均不存在有效电源时，或当SYS负载超过输入电流门限时，BAT向SYS供电。两个BAT引脚必须在外部连接到一起。

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
22	$\overline{\text{CHG}}$	充电器状态输出。当电池处于快充或预充电状态时，低电平有效的开漏输出被拉至低电平；否则， $\overline{\text{CHG}}$ 为高阻态。
23, 24	SYS	系统电源输出。当DC或USB无效，或者SYS负载超过输入电流门限时，SYS通过内部50m $\Omega$ 系统负载开关连接至BAT。 当DC或USB连接有效电源时，SYS电压限制在4.4V。系统负载( $I_{\text{SYS}}$ )超过DC或USB电流门限时，SYS被调节到低于BAT 50mV，输入电源和电池都向SYS供电。 利用10 $\mu\text{F}$ X5R或X7R陶瓷电容将SYS旁路至GND，两个SYS引脚必须在外部连接到一起。
25, 26	CS	70m $\Omega$ 电流检测输入。降压电感连接在LX和CS之间。当降压调节器开启时，CS和SYS之间有一个70m $\Omega$ 电流检测MOSFET；当降压调节器关闭时，内部CS MOSFET断开，防止电流从SYS倒灌至DC。
27, 28	LX	电感连接端，将电感连接在LX和CS之间。两个LX引脚必须从外部连接在一起。
—	EP	裸焊盘，将裸焊盘连接至GND。裸焊盘连接并不能替代相应引脚的接地要求。

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

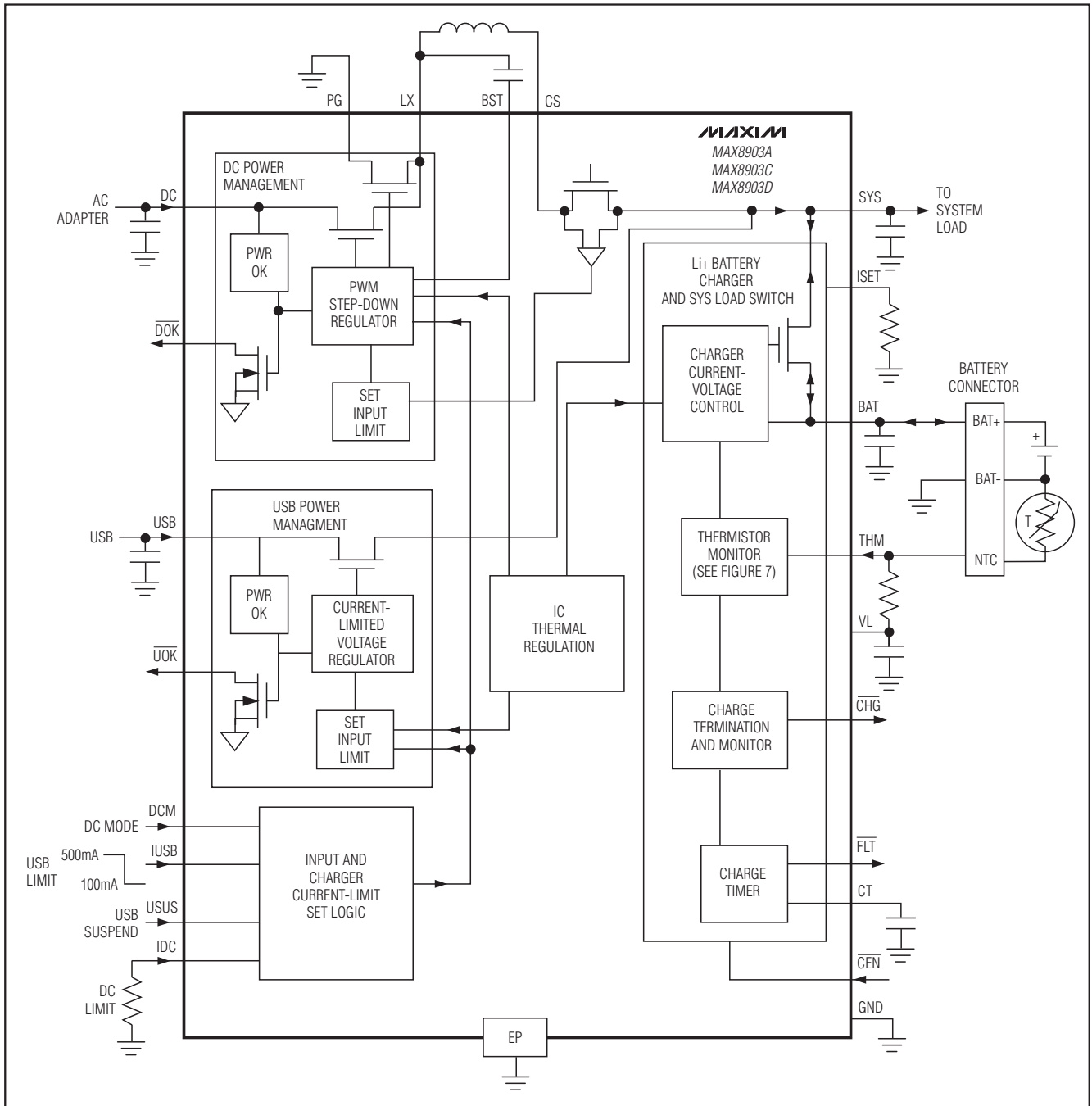


图1. 功能框图

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

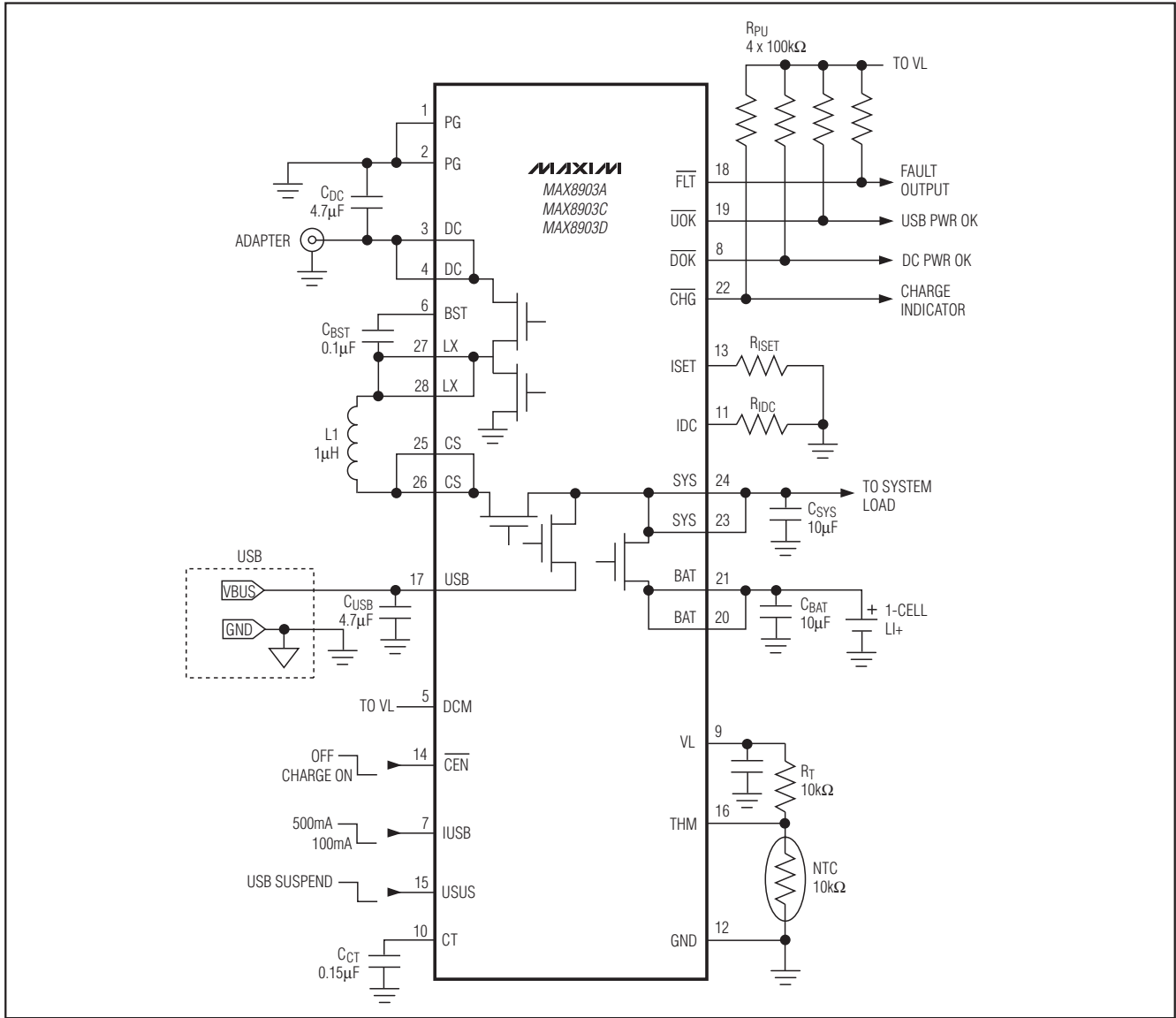


图2. 典型应用电路，使用独立的DC和USB连接器

## 电路说明

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D为双输入充电器，输入为16V宽范围直流电源和USB电源。IC内部包括一路高压(16V)输入DC-DC降压转换器，在保证系统负载供电的同时有效降低充电器功耗。降压转换器可向系统、电池或两者组合提供高达2A的电流。

USB充电输入可以通过USB电源向电池充电并向系统供电。当由USB或DC输入供电时，如果系统负载电流峰值超出了输入电源的供电能力，不足部分可由电池补充。

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D还利用一个片上50mΩ MOSFET管理负载与电池和外部电源之间的切换。该开关在输入电源过载时，能够通过电池支持负载的峰值电流。

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

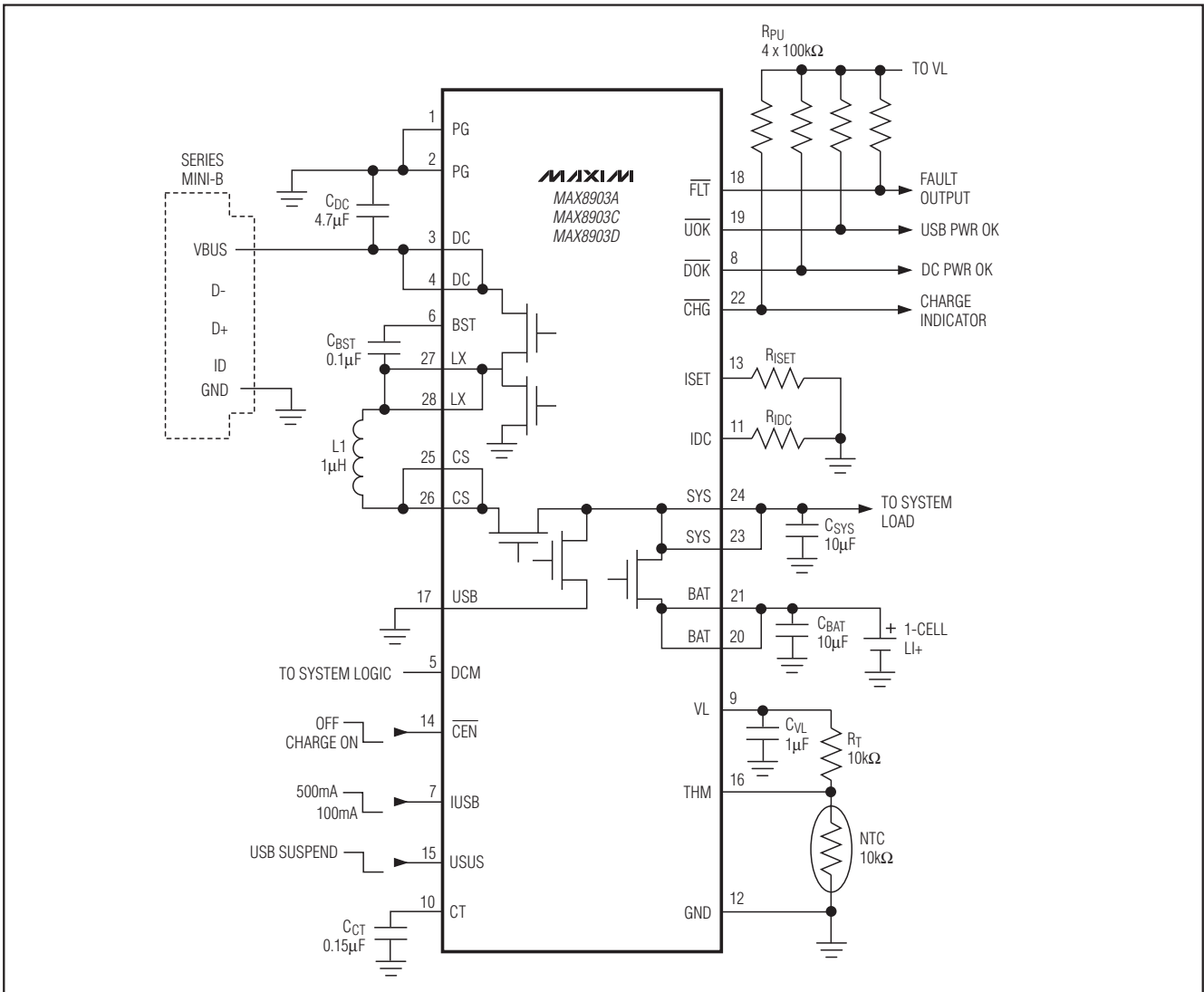


图3. 典型应用电路，使用Mini 5型连接器或其它DC/USB普通连接器

该IC包括完备的充电器功能，具有热敏电阻监测器、故障定时器、充电状态指示和故障指示输出。还包括USB和DC电源就绪指示，可灵活调节充电电流、输入电流门限和最小系统电压(按比例降低充电电流，以保持系统电压正常)。

当管芯温度超过+100°C时，MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D会限制充电电流，从而防止高温环境下出现过热。

## DC输入—高速滞回降压调节器

如果存在有效的DC输入，则关闭USB电源通路，由高频降压调节器将DC输入转换成SYS和电池充电的供电电源。如果电池电压高于最小系统供电电压( $V_{SYSMIN}$ ，图4)，电池充电器将系统供电电压连接至电池，以获得最低功耗。利用三个反馈信号控制降压调节点：IDC设置的最大降压输出电流、ISET设置的最大充电电流以及最高管芯温度。反馈信号只需最小的电流控制电感的平均输出电流。这

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

表1. 图2和图3的外部元件列表

COMPONENT (FIGURES 2 AND 3)	FUNCTION	PART
C <sub>DC</sub> , C <sub>USB</sub>	Input filter capacitor	4.7μF ceramic capacitor
C <sub>VL</sub>	VL filter capacitor	1.0μF ceramic capacitor
C <sub>SYS</sub>	SYS output bypass capacitor	10μF ceramic capacitor
C <sub>BAT</sub>	Battery bypass capacitor	10μF ceramic capacitor
C <sub>CT</sub>	Charger timing capacitor	0.15μF low TC ceramic capacitor
R <sub>PU</sub> (X4)	Logic output pullup resistors	100kΩ
THM	Negative TC thermistor	Philips NTC thermistor, P/N 2322-640-63103, 0kΩ ±5% at +25°C
R <sub>T</sub>	THM pullup resistor	10kΩ
R <sub>IDC</sub>	DC input current-limit programming resistor	3kΩ ±1%, for 2A limit
R <sub>ISSET</sub>	Fast-charge current programming resistor	1.2kΩ ±1%, for 1A charging
L1	DC input step-down inductor	1μH inductor with I <sub>SAT</sub> > 2A

种机制使电池充电的总功耗最小，电池能够在保持最小系统电压波动的前提下化解负载瞬变的影响。

如果电池电压低于V<sub>SYSMIN</sub>，充电器不直接将系统供电电压连接至电池。V<sub>SYS</sub>引脚保持在略高于V<sub>SYSMIN</sub>的一个固定电压，不跟随电池电压变化，电池充电器独立控制电池的充电电流。MAX8903A中的V<sub>SYSMIN</sub>设置为3.0V，MAX8903C/MAX8903D中的V<sub>SYSMIN</sub>设置为3.4V。

电池充电至V<sub>SYSMIN</sub>电压以上50mV后，系统供电电压被连接至电池。随后，电池快充电流控制降压转换器建立平均电感电流，以满足输入限流和快充电流限制的要求。

### DC-DC降压控制机制

专有的滞回电流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。反馈控制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。纹波电流由内部设置，使转换器工作在4MHz频率。当输入电压降至输出电压附近时，工作在非常高的占空比，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。类似地，当输入电压较高时，由于存在最小导通时间，不能工作在4MHz频率，此时控制器采用最小导通时间、谷电流控制。这种情况下，电感的纹波电流始终保持最小，能够在给定电容下有效降低SYS的纹波电压。为了避免工作频率波动，纹波电

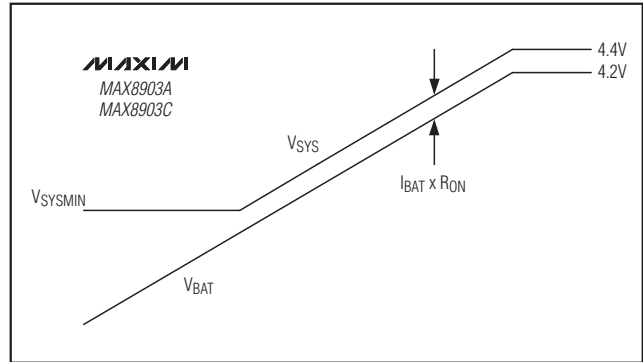


图4. SYS跟随V<sub>BAT</sub>至最小系统电压

流随输入电压、输出电压而变化。然而，频率也会随着工作条件的不同而发生变化，请参考典型工作特性部分。

### DC输入—USB模式

当从DC供电，DCM置为逻辑低电平时，DC输入设置为USB模式。DC输入电流门限由内部设置为最大500mA (I<sub>USB</sub>为逻辑高电平)或100mA (I<sub>USB</sub>为逻辑低电平)。对于500mA的情况，DC输入继续通过降压调节器进行降压转换，以降低发热；对于100mA的情况，降压调节器关闭，低压差线性稳压器连接至DC和SYS之间。

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

### USB输入—线性稳压器

如果USB输入有效、DC输入无效，SYS和电池充电电流均由连接在USB和SYS之间的低压差线性稳压器提供。SYS的稳压特性与DC输入条件下相同(图4所示)。电池充电器将从SYS获取所能提供的电流，但不会超出最大允许的USB电流。如果USB和DC输入均有效，则由DC输入供电。最大USB输入电流由IUSB输入的逻辑状态设置为100mA或500mA。

### 电源监测器输出( $\overline{UOK}$ 、 $\overline{DOK}$ )

$\overline{DOK}$ 为漏极开路、低电平有效输出，指示DC输入电源的状态。若USB引脚没有电源，当 $4.15V < V_{DC} < 16V$ 时，DC电源被认为有效且 $\overline{DOK}$ 驱动至逻辑低电平；若USB电源也有效，当 $4.45V < V_{DC} < 16V$ 时，DC电源被认为有效且 $\overline{DOK}$ 驱动至逻辑低电平。USB输入有效时，如果最小DC电压值较高，则有利于输入电源之间的低噪声转换。如果不需要DC电源就绪输出，可将 $\overline{DOK}$ 连接至地。

$\overline{UOK}$ 为漏极开路、低电平有效输出，指示USB输入电源的状态。USB连接有效电源时， $\overline{UOK}$ 为逻辑低电平； $4.1V < V_{USB} < 6.6V$ 时，USB电源有效。如果不需要USB电源就绪输出，可将 $\overline{UOK}$ 连接至地。

$\overline{UOK}$ 和 $\overline{DOK}$ 电路在热过载、USB挂起以及充电器被禁止时均保持有效工作状态。也可以将 $\overline{DOK}$ 和 $\overline{UOK}$ “线或”连接，构成一路电源就绪( $\overline{POK}$ )输出。

### 热保护

当管芯温度超过 $+100^{\circ}\text{C}$ 时，热保护电路将按照 $5\%/^{\circ}\text{C}$ 降低输入电流门限，温度达到 $+120^{\circ}\text{C}$ 时充电电流为0mA。由于系统负载供电的优先级高于电池充电，电池充电电流会在输入限制器拉低SYS负载电压之前降至0mA。为避免错误地结束充电，该模式下的充电终止检测功能被禁用。如果结温上升至 $+120^{\circ}\text{C}$ 以上，则不会从DC或USB吸收电流，并且 $V_{SYS}$ 调节到低于 $V_{BAT} 50\text{mV}$ 。

### 系统电压切换

#### DC输入

当由DC输入充电时，如果电池电压高于最小系统电压，SYS则被连接至电池。电流供给SYS和电池，可以达到最

大设置值。降压转换器输出电流检测和充电电流检测所提供的反馈确保电流环路需要较低的输入电流。当从DC供电时，这种方法的优势在于功耗主要取决于降压调节器的效率，因为SYS和BAT之间的压降非常低。此外，电池能够吸收负载瞬变的影响，使SYS电压波动最小。若DC和USB输入均有效，则DC输入优先级较高，由它提供输入电流，同时USB输入被关闭。

电池完成充电后，充电器关闭，SYS负载电流由DC输入提供，SYS电压稳定在4.4V。电池电量下降到重新启动充电的门限时，再次打开充电器。如果负载电流超出输入门限，SYS电压降至电池电压，并且SYS和BAT之间的 $50\text{m}\Omega$  PMOS开关导通，以支持更大的负载电流。一旦负载电流低于输入电流门限，SYS和BAT之间的开关被关闭。如果撤除有效的DC电源，则 $50\text{m}\Omega$  PMOS也将导通。

#### USB输入

由USB输入充电时，DC输入降压调节器关闭，连接在USB和SYS之间的线性稳压器向系统供电并向电池充电。如果电池电压高于最小系统电压，SYS供电电压被连接至电池。USB输入向SYS负载供电，并利用额外的电流为电池充电，总电流不会超过最大允许的USB电流。电池能够吸收负载瞬变的影响，使SYS电压波动最小。电池充电结束或充电器被禁止时，SYS电压稳定在4.4V。如果USB和DC输入均有效，则只从DC输入供电。

#### USB挂起

驱动USUS为逻辑高电平将关闭充电器和SYS输出，并将输入电流降至 $170\mu\text{A}$ ，进入USB挂起模式。

#### 充电使能( $\overline{CEN}$ )

$\overline{CEN}$ 为逻辑低电平时，充电器开启； $\overline{CEN}$ 为逻辑高电平时，充电器关闭。 $\overline{CEN}$ 不影响SYS输出。许多系统中，不需要系统控制器(通常为微处理器)关闭充电器工作，因为MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D智能电源选择器能够独立地管理充电和适配器/电池电源的关断。这种情况下， $\overline{CEN}$ 可以接地。



## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

表2. 输入限制器控制逻辑

POWER SOURCE	$\overline{DOK}$	$\overline{UOK}$	DCM	IUSB	USUS	DC STEP-DOWN OUTPUT CURRENT LIMIT	USB INPUT CURRENT LIMIT	MAXIMUM CHARGE CURRENT**
AC Adapter at DC Input	L	X	H	X	X	6000/R <sub>IDC</sub>	USB input off. DC input has priority.	Lesser of 1200/R <sub>ISET</sub> and 6000/R <sub>IDC</sub>
USB Power at DC Input	L	X	L	L	L	100mA		Lesser of 1200/R <sub>ISET</sub> and 100mA
	L	X	L	H	L	500mA		Lesser of 1200/R <sub>ISET</sub> and 500mA
	L	X	L	X	H	USB suspend		0
USB Power at USB Input, DC Unconnected	H	L	X	L	L	No DC input	100mA	Lesser of 1200/R <sub>ISET</sub> and 100mA
	H	L	X	H	L		500mA	Lesser of 1200/R <sub>ISET</sub> and 500mA
	H	L	X	X	H		USB suspend	0
DC and USB Unconnected	H	H	X	X	X		No USB input	0

\*\*充电电流不能超过输入电流门限，如果总的SYS负载电流超过输入限流，将控制充电电流低于最大充电电流。  
X = 无关。

### 软启动

为了防止能够导致USB或交流适配器电源不稳定的输入瞬变，输入电流和充电电流的变化率均受限。当一路输入电源有效时，SYS电流从零开始上升到所设置的电流门限，通常时间为50 $\mu$ s。这也意味着，如果DC在USB之后有效，SYS电流将在USB切换到DC输入之前降至零。在某个工作点，SYS可能无法支持负载供电，切换至BAT。当V<sub>SYS</sub> < V<sub>BAT</sub>时，将切换至BAT。该门限具体取决于SYS电容和SYS负载。SYS电流随后从零上升到所设置的电流，只要SYS负载电流小于所设置的电流门限，SYS即可支持负载。

充电器开启时，充电电流从0A上升到ISET设置的电流，通常时间为1.0ms。当从预充进入快充状态、输入电源在USB和DC之间切换、IUSB逻辑输入将USB充电电流从

100mA变为500mA时，充电电流也会进入软启动过程。然而，如果R<sub>ISET</sub>通过一个开关突然改变，则没有di/dt限制。

### 电池充电器

存在有效的输入电源时，电池充电器将尝试以快充电流为电池充电，电流由ISET引脚的电阻确定：

$$R_{ISET} = 1200/I_{CHGMAX}$$

### 监测充电电流

ISET和GND之间的电压代表电池充电电流，可用于监测电池的充电电流。1.5V电压对应于最大快充电流。

必要时，充电器可自动降低充电电流，以防SYS电压跌落。因此，USB供电时充电器不会以超出100mA或500mA电流向电池充电，也不会造成交流适配器过载，请参考图5。

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

当 $V_{BAT}$ 低于3V时，充电器进入预充模式，以最大快充速率的10%为电池充电，直到过放电电池恢复正常。当电池电压达到4.2V时，充电电流下降到最大快充电流的10%，充电器进入DONE状态。当电池电压跌落100mV时，充电器将重新启动快充过程。

### 充电终止

当充电电流降至终止门限( $I_{TERM}$ )并且充电器处于恒压模式时，完成充电。充电过程将持续短暂的15s浮充周期，然后进入DONE状态，充电结束。

注意，若充电电流因为输入限流或热保护下降至 $I_{TERM}$ ，充电器不会进入DONE状态。若要充电器进入DONE状态，充电电流必须低于 $I_{TERM}$ 并且充电器必须处于恒压模式、输入限流或热保护电路没有降低充电电流。

### 充电状态指示输出

#### 充电指示输出( $\overline{CHG}$ )

$\overline{CHG}$ 为漏极开路、低电平有效输出，用于指示充电器状态。当电池充电器处于预充和快充状态时， $\overline{CHG}$ 为低电平。如果热敏电阻检测使充电器进入热保护状态， $\overline{CHG}$ 将变为高阻态。

与微处理器( $\mu P$ )配合使用时，在 $\overline{CHG}$ 和逻辑I/O电压之间连接一个上拉电阻，为 $\mu P$ 提供充电状态指示。此外， $\overline{CHG}$ 可吸收最大20mA的电流，能够用于LED充电指示。

#### 故障指示输出( $\overline{FLT}$ )

$\overline{FLT}$ 为漏极开路、低电平有效输出，用于指示充电器状态。电池充电器进入故障状态并且充电定时器超时的情况下， $\overline{FLT}$ 为低电平。当充电器处于预充状态的时间超过33分钟或充电器处于快充状态的时间超过660分钟时，可能发生这种情况(图6所示)。为了退出故障状态，可以触发 $\overline{CEN}$ 或重新接通输入电源。

与微处理器( $\mu P$ )配合使用时，在 $\overline{FLT}$ 和逻辑I/O电压之间连接一个上拉电阻，为 $\mu P$ 提供充电状态指示。此外， $\overline{FLT}$ 可吸收最大20mA的电流，能够用于LED充电指示。如果不需要 $\overline{FLT}$ 输出，可将 $\overline{FLT}$ 接地或浮空。

### 充电定时器

故障定时器可避免电池无限制地充电。预充和快充故障定时器由CT端的外接电容( $C_{CT}$ )设置。

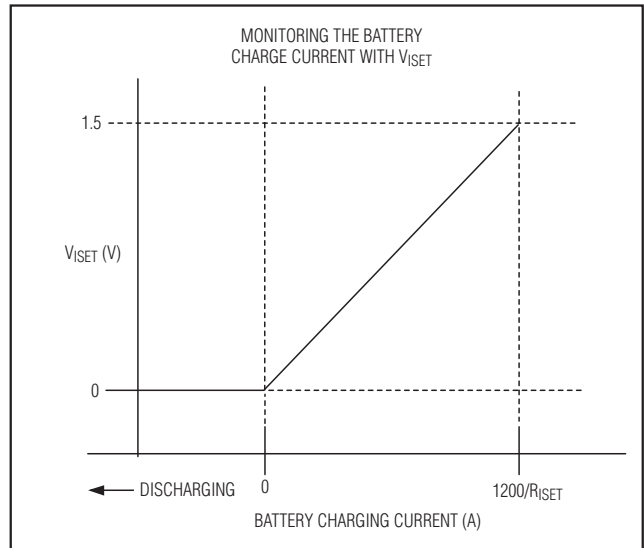


图5. 利用ISET和GND之间的电压监测电池充电电流

$$t_{PREQUAL} = 33\text{min} \times \frac{C_{CT}}{0.15\mu\text{F}}$$

$$t_{FST-CHG} = 660\text{min} \times \frac{C_{CT}}{0.15\mu\text{F}}$$

$$t_{TOP-OFF} = 15\text{s}$$

快充模式下，较重的系统负载或器件的自发热可能引起MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D降低充电电流。这种情况下，如果充电电流下降到所设置的快充电流的50%，快充定时器的计时速率将降低2倍；如果充电电流下降到所设置的快充电流的20%时，定时器进入挂起状态。如果充电器使BAT电压达到4.2V（即充电器进入恒压模式），快充定时器将不受任何电流的影响。

### 热敏电阻输入(THM)

THM输入在外部连接一个负温度系数(NTC)的热敏电阻，用于监测电池或系统温度。当热敏电阻温度超过所限制的范围时，充电器处于挂起模式。充电计时器为挂起状态，并将保持该状态而不产生故障指示。当热敏电阻恢复到限定范围时，重新开始充电，充电定时器从停止处重新开始计时。将THM接GND则禁用热敏电阻监测功能，表3所示为不同热敏电阻的故障温度。

# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

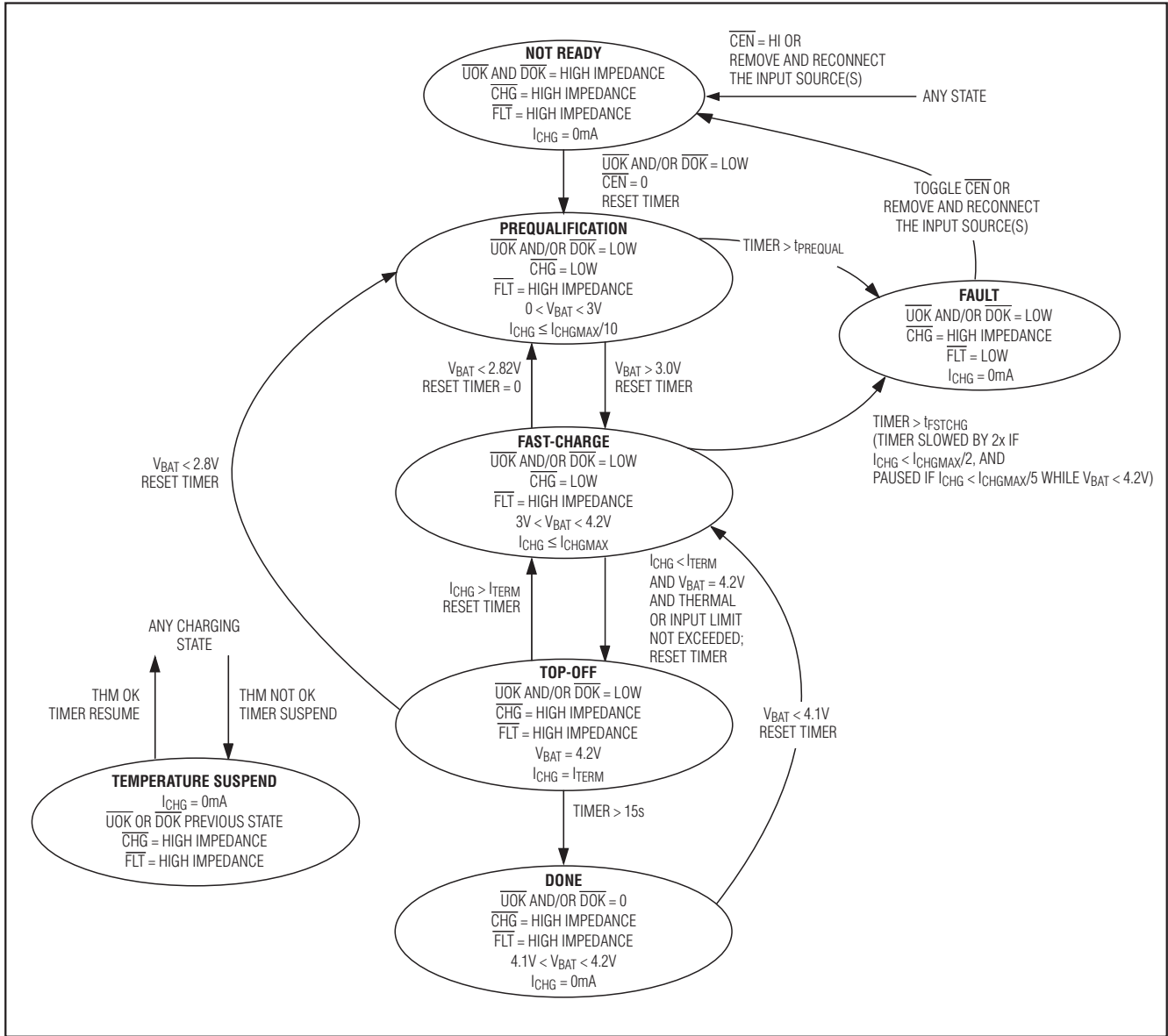


图6. MAX8903A 充电状态流程图

由于热敏电阻监测电路在THM和VL之间引入了一个外部偏置电阻( $R_{TB}$ , 图7), 热敏电阻无需局限于10k $\Omega$  (+25 $^{\circ}$ C时)。只要偏置电阻等于热敏电阻在+25 $^{\circ}$ C时的阻值, 即可

使用任何阻值的热敏电阻。例如, 对于+25 $^{\circ}$ C时10k $\Omega$ 的热敏电阻, 在 $R_{TB}$ 处使用10k $\Omega$ 电阻; 对于+25 $^{\circ}$ C时100k $\Omega$ 的热敏电阻, 则使用100k $\Omega$ 电阻。

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

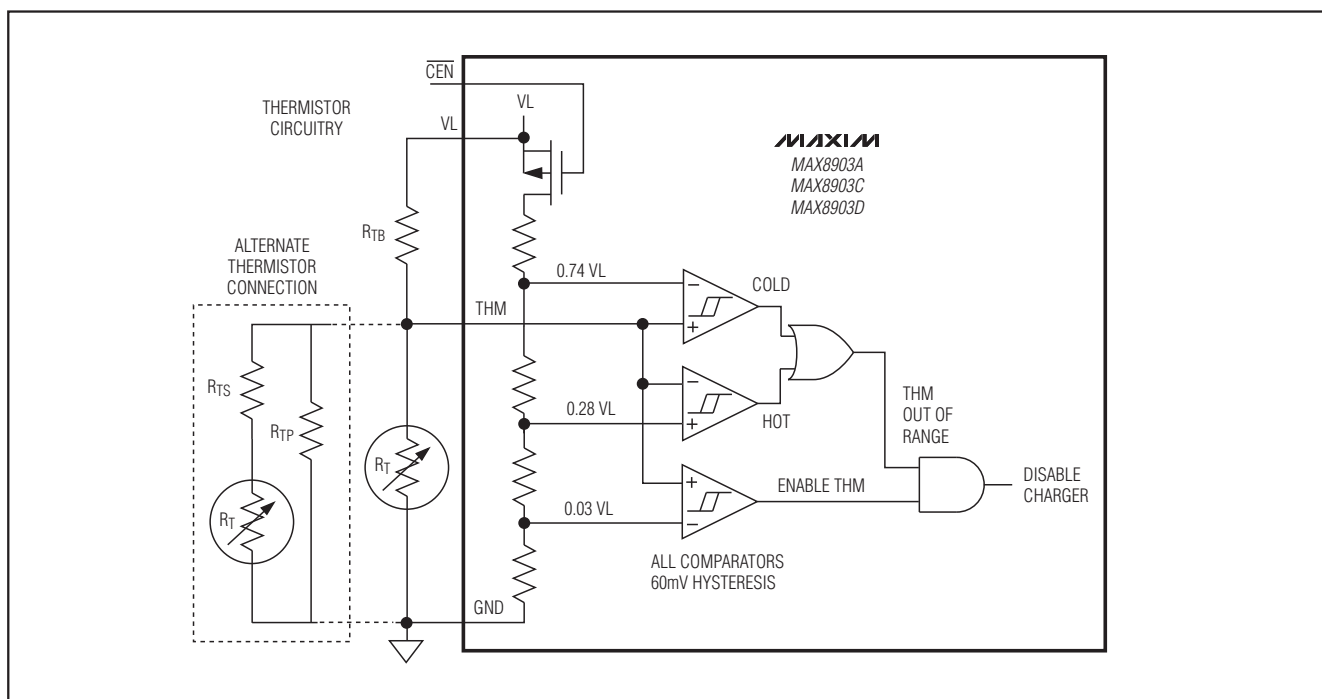


图7. 热敏电阻监测电路

表3. 不同热敏电阻对应的故障温度

Thermistor $\beta$ (K)	3000	3250	3500	3750	4250
$R_{TB}$ (k $\Omega$ ) (Figure 7)	10	10	10	10	10
Resistance at +25°C (k $\Omega$ )	10	10	10	10	10
Resistance at +50°C (k $\Omega$ )	4.59	4.30	4.03	3.78	3316
Resistance at 0°C (k $\Omega$ )	25.14	27.15	29.32	31.66	36.91
Nominal Hot Trip Temperature (°C)	55	53	50	49	46
Nominal Cold Trip Temperature (°C)	-3	-1	0	2	4.5

对于典型的10k $\Omega$  (+25°C时)热敏电阻和10k $\Omega$   $R_{TB}$ 电阻，当热敏电阻下降到3.97k $\Omega$ 以下(过热)或上升到28.7k $\Omega$ 以上(过冷)时，充电器进入温度挂起状态。相当于使用 $\beta$ 为3500的10k $\Omega$  NTC热敏电阻，温度处于0°C至+50°C范围。热敏电阻与温度的通用关系式由下式定义：

$$R_T = R_{25} \times e^{\left\{ \beta \left( \frac{1}{T+273} - \frac{1}{298} \right) \right\}}$$

式中：

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

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

$\beta$  = 热敏电阻的材料常数，典型值处于3000K至5000K

T = 热敏电阻的检测温度(°C)

表3给出了不同热敏电阻材料常数对应的MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D THM温度限制。

有些设计可能选择其它热敏电阻温度限值。通过改变 $R_{TB}$ ，用一个电阻与热敏电阻串联和/或并联，或使用 $\beta$ 值不同的热敏电阻，都可以调节温度门限。例如，使用 $\beta$ 值为4250的热敏电阻，并联一个120k $\Omega$ 的电阻，可以得到+45°C的高温门限和0°C的低温门限。由于热敏电阻阻值在0°C左右时远远高于+50°C对应的阻值，并联一个大电阻可以降低低温门限，而对高温门限的降低很小。相反，串联一个小电阻可以提升高温门限，而对低温门限的提升很小。加大 $R_{TB}$ 可降低低温门限和高温门限，减小 $R_{TB}$ 则会提高两个门限。

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

值得注意的是只要有效电源连接至DC或USB，即使禁止充电时( $\overline{\text{CEN}}$  = 高电平)，由于VL有效，热敏电阻将始终流过偏置电流。使用10k $\Omega$ 热敏电阻，且VL采用10k $\Omega$ 上拉电阻时，会产生额外的250 $\mu\text{A}$ 负载。如果选择100k $\Omega$ 热敏电阻和100k $\Omega$ 上拉电阻，该负载可降至25 $\mu\text{A}$ 。

### 功耗

表4. 封装热特性

	28-PIN 4mm x 4mm THIN QFN	
	SINGLE-LAYER PCB	MULTILAYER PCB
Continuous Power Dissipation	1666.7mW	2286mW
	Derate 20.8mW/ $^{\circ}\text{C}$ above +70 $^{\circ}\text{C}$	Derate 28.6mW/ $^{\circ}\text{C}$ above +70 $^{\circ}\text{C}$
$\theta_{\text{JA}}$	48 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$	35 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
$\theta_{\text{JC}}$	3 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$	3 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$

### DC-DC降压调节器的电感选择

MAX8903 DC-DC降压调节器采用开关频率标称值为4MHz的控制架构，当输入电压降低至接近输出电压时，采用高占空比工作方式，受最小关断时间的限制，工作频率达不到4MHz。此时调节器采用最小关断时间固定的峰值电流控制架构。类似地，当输入电压较大时，受最小导通时间的限制，工作频率可以达到4MHz，此时调节器采用最小导通时间固定的谷电流控制架构。

对于给定的输出电压最大值，若最小输入电压允许调节器保持4MHz工作频率，则输入电压最小时纹波电流最小。如果输入电压最小值限定的开关关断时间小于100ns，则调节器在即将进入固定最小关断时间工作模式时具有最小的纹波电流。为了使工作在电流模式的调节器具有低抖动和稳定的占空比系数，在纹波电流处于最小值时电感的纹波电流应大于200mA。由下面的式(1)和式(2)计算所允许的

$$(1) \quad T_{\text{OFF}} = 100 \times 10^{-9} \text{ 当 } \left( 1 - \frac{V_{\text{SYS}(\text{MAX})}}{V_{\text{DC}(\text{MIN})}} \right) \times \frac{1}{4 \times 10^6} \leq 100 \times 10^{-9},$$

否则

$$T_{\text{OFF}} = \left( 1 - \frac{V_{\text{SYS}(\text{MAX})}}{V_{\text{DC}(\text{MIN})}} \right) \times \frac{1}{4 \times 10^6}$$

其中， $T_{\text{OFF}}$ 为最小关断时间， $V_{\text{SYS}(\text{MAX})}$ 为充电器输出电压最大值， $V_{\text{DC}(\text{MIN})}$ 为最小直流输入电压。

$$(2) \quad L_{\text{OUT\_MAX}} = \frac{V_{\text{SYS}(\text{MAX})} \times T_{\text{OFF}}}{0.2}$$

其中， $L_{\text{OUT\_MAX}}$ 为所允许的最大电感值。

为选取一个磁芯损耗符合要求且能够保证无抖动稳定工作的小尺寸电感，可以首先设置适当的纹波系数K，并在式(3)和式(4)给出的范围内选取电感值(这两个等式分别给出了最小导通时间和最小关断时间模式、最大纹波电流条件下对应的电感值)，从而确定实际的输出电感 $L_{\text{OUT}}$ 。对于( $2\text{A} \geq I_{\text{DC}} \geq 1\text{A}$ )的工作条件，推荐的纹波系数范围为( $0.2 \leq K \leq 0.4$ )。

$$(3) \quad L_{\text{OUT\_MIN\_T}_{\text{OFF}}} = \frac{V_{\text{SYS}(\text{MAX})} \times T_{\text{OFF}}}{K \times I_{\text{DC}}}$$

其中， $T_{\text{OFF}}$ 是由式(1)得到的最小关断时间。

$$(4) \quad L_{\text{OUT\_MIN\_T}_{\text{ON}}} = \frac{(V_{\text{DC}(\text{MAX})} - V_{\text{SYS}(\text{MIN})}) \times T_{\text{ON}}}{K \times I_{\text{DC}}}$$

其中， $V_{\text{DC}(\text{MAX})}$ 为最大输入电压， $V_{\text{SYS}(\text{MIN})}$ 为充电器输出电压最小值， $T_{\text{ON}}$ 为输入电压较大时的导通时间，可由下式计算得出：

$$(5) \quad T_{\text{ON}} = 70 \times 10^{-9} \text{ 当 } \left( \frac{V_{\text{SYS}(\text{MIN})}}{V_{\text{DC}(\text{MAX})}} \times \frac{1}{4 \times 10^6} \right) \leq 70 \times 10^{-9},$$

否则

$$T_{\text{ON}} = \frac{V_{\text{SYS}(\text{MIN})}}{V_{\text{DC}(\text{MAX})}} \times \frac{1}{4 \times 10^6}$$

电感饱和电流额定值必须大于由IDC引脚设置的最大降压输出电流值与二分之一最大纹波电流值之和，如式(6)所示。

$$(6) \quad I_{\text{SAT}} > I_{\text{DC}} + \frac{I_{\text{L\_RIPPLE\_MAX}}}{2}$$

## 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

其中， $I_{SAT}$ 为输出电感的饱和电流额定值， $I_{DC}$ 为由IDC引脚设置的最大降压输出电流， $I_{L\_RIPPLE\_MAX}$ 为由式(7)和(8)计算得到的纹波电流中数值较大的一个。

$$(7) \quad I_{L\_RIPPLE\_MIN\_TOFF} = \frac{V_{SYS(MAX)} \times T_{OFF}}{L_{OUT}}$$

$$(8) \quad I_{L\_RIPPLE\_MIN\_TON} = \frac{(V_{DC(MAX)} - V_{SYS(MIN)}) \times T_{ON}}{L_{OUT}}$$

表5给出了典型充电器应用中的推荐电感。

例如：

$$V_{DC(MIN)} = 4.5V, V_{DC(MAX)} = 5.5V, V_{SYS(MIN)} = 3V, \\ V_{SYS(MAX)} = 4.2V, R_{IDC} = 3k\Omega, K = 0.2, I_{DC} = 2A \text{ (最大降压输出电流)}$$

由式(1)得出：

$$T_{OFF} = 100ns$$

由式(2)得出：

$$L_{OUT\_MAX} = \frac{4.2 \times 100 \times 10^{-9}}{0.2} = 2.1\mu H$$

由式(3)得出：

$$L_{OUT\_MIN\_TOFF} = \frac{4.2 \times 100 \times 10^{-9}}{0.2 \times 2} = 1.05\mu H$$

由式(5)得出：

$$T_{ON} = \frac{3}{5.5} \times \frac{1}{4 \times 10^6} = 136ns$$

该值大于70ns的最小导通时间。

由式(4)得出：

$$L_{OUT\_MIN\_TON} = \frac{(5.5 - 3) \times 136 \times 10^{-9}}{0.2 \times 2} = 0.85\mu H$$

选择 $L_{OUT} = 1\mu H$ 。

由式(7)得出：

$$I_{L\_RIPPLE\_MIN\_TOFF} = \frac{4.2 \times 100 \times 10^{-9}}{1 \times 10^{-6}} = 420mA$$

由式(8)得出：

$$I_{L\_RIPPLE\_MIN\_TON} = \frac{(5.5 - 3) \times 136 \times 10^{-9}}{1 \times 10^{-6}} = 341mA$$

由式(6)可以计算得到电感的饱和电流额定值：

$$I_{SAT} > 2A + \frac{0.420}{2}, \\ I_{SAT} > 2.21A$$

表5. 推荐电感示例

DC INPUT VOLTAGE RANGE, CHARGING CURRENT	RECOMMENDED INDUCTOR
4.5V to 5.5V, 2A	1μH inductor, 1072AS-1R0N, TOKO, DE2818 series, 3.2mm x 3mm x 1.8mm, 25mΩ, 2.6A
4.5V to 5.5V, 1A	1.5μH inductor, MDT2520-CN1R5M, TOKO, 2.5mm x 2mm x 1.2mm, 95mΩ, 1.25A
10.8V to 13.2V, 2A	1μH inductor, 1072AS-1R0N, TOKO, DE2818 series, 3.2mm x 3mm x 1.8mm, 25mΩ, 2.6A
10.8V to 13.2V, 1A	2.2μH inductor, MDT2520-CN2R2M, TOKO, 2.5mm x 2mm x 1.2mm, 105mΩ, 1.20A

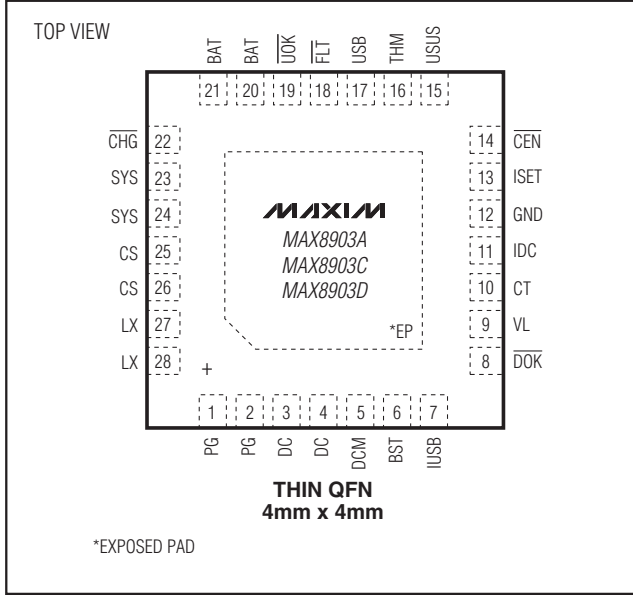
### PCB布局 and 布线

良好的布线设计有助于降低地电位的偏差和接地平面的电压梯度，这些因素会导致系统不稳定或稳压误差。GND和PG仅通过一个点连接至功率地，使功率地电流的影响最小。电池地应该直接连接到功率地。ISET和IDC电流设置电阻应直接连接到GND，避免电流误差。将GND直接连接到IC下方的裸焊盘。在裸焊盘下方使用多个过孔接地，有助于IC散热。DC、SYS、BAT及USB至功率地的输入电容应尽量靠近IC放置。尽可能采用短而宽的布线作为大电流引线，例如DC、SYS和BAT的连线。关于PCB布局实例，请参考MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D评估板的数据资料。



# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

## 引脚配置



## 芯片信息

PROCESS: BiCMOS

## 封装信息

如需最近的封装外形和焊盘布局信息，请查询  
[china.maxim-ic.com/packages](http://china.maxim-ic.com/packages).

封装类型	封装编码	文档编号
28 TQFN-EP	T2844-1	<a href="#">21-0139</a>



# 2A单节Li+电池DC-DC充电器， 用于USB\*和适配器供电系统

修订历史

修订次数	修订日期	说明	修改页
0	12/08	最初版本。	—
1	8/09	在数据资料中增加了MAX8903C/MAX8903D。	1-20

MAX8903A/MAX8903C/MAX8903D

## 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。

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ **23**