



深圳市雅创芯瀚电子科技有限公司  
SHENZHEN ASTRONG-TECH CO., LTD

# AST2806 同步降压充电芯 片数据手册

服务电话：13691641629 13538015750

## 特性

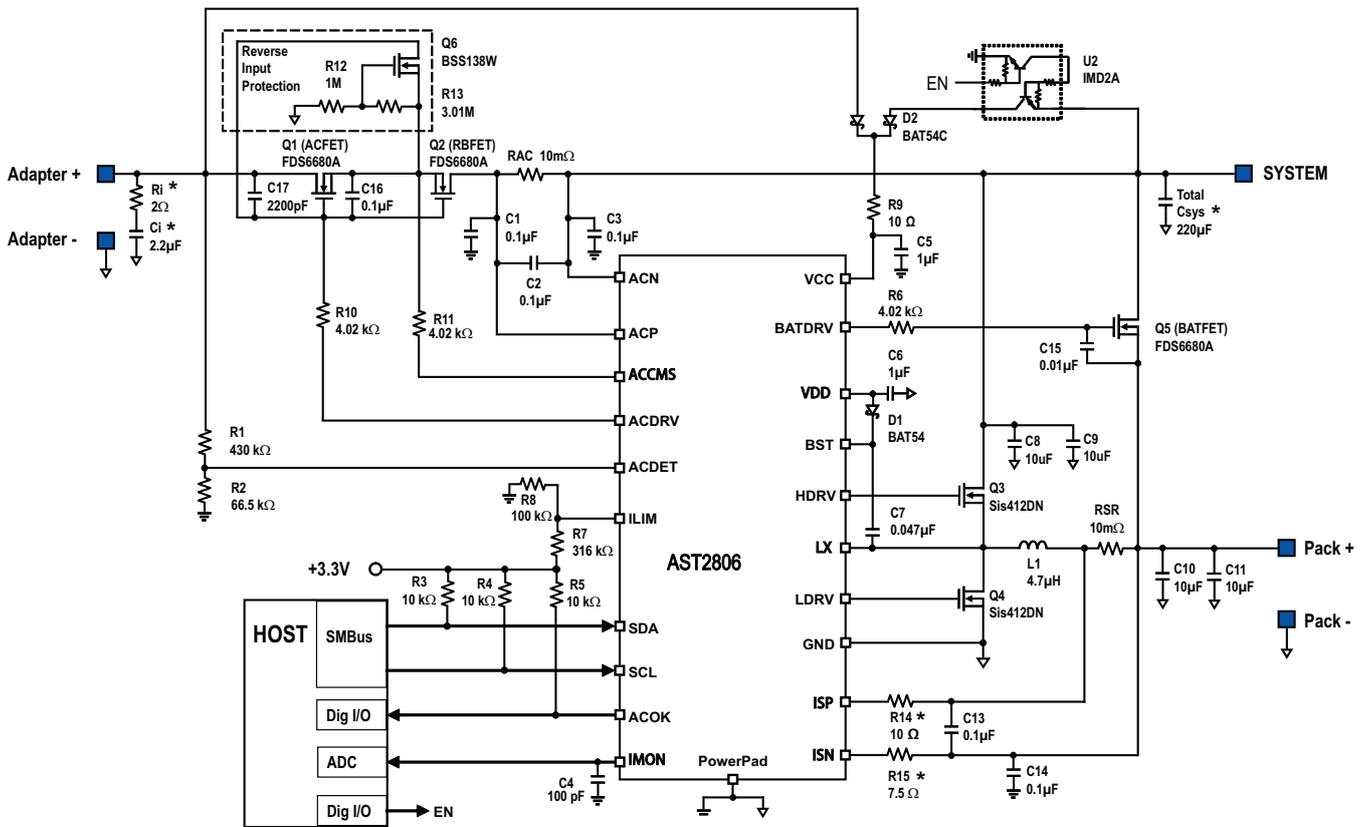
- 输入电压范围 4.5V~25V
- SMBUS 控制同步降压控制器可编程开关频率：615kHz, 750kHz 和 885kHz
- 具有 615kHz, 750kHz 和 885kHz 可编程开关频率
- SMBUS 控制
  - - 电池充电电压 (1.024V - 19.2V)
  - - 电池充电电流 (128mA - 8.128A)
  - - 输入电流限制 (128mA - 8.064A)
- $\pm 0.5\%$  电池充电电压精度
- $\pm 3\%$  电池充电电流精度
- $\pm 3\%$  输入电流限制精度
- $\pm 3\%$  20x 适配器电流或充电电流放大器输出精度、
- 用于交流阻断 NFET 和 BAT NFET 的内部电荷泵
- 集成环路补偿
- 内部软启动

- 交流适配器检测和指示
- 支持 1,2,3 和 4 节电池组
- 支持英特尔睿频加速技术
- 电池学习功能和可编程电池耗尽阈值
- 逐周期峰值电流限制
- 电池过压保护和短路保护
- 电感和 MOSFET 短路保护
- 热关断迟滞
- 封装：QFN 3.5×3.5-20

## 功能描述

AST2806 是一款高效多节电池充电控制器且支持 Boost 模式。当系统电源需求暂时高于输入容量时，它允许电池向系统放电。三个内部 DAC 用作充电电压、充电电流和适配器输入电流限制的参考。它们可以通过系统使用 SMBUS 进行编程。AST2806 可为 1,2,3 和 4 节电池充电，采用 QFN3.5×3.5-20 封装可减小 PCB 的面积。

## 典型应用图



## 绝对最大额定值<sup>(1)</sup>

参数	符号	最小值	最大值	单位
输入电压	$V_{VIN}$	4.5	25	V
电压	$V_{ACN}, V_{ACP}, V_{ACCMS}, V_{ACOK}, V_{ISN}, V_{ISP}, V_{LX}, V_{VCC}$	-0.3	30	V
电压	$V_{ACDRV}, V_{BATDRV}, V_{BST}, V_{HDRV}$	-0.3	36	V
电压	$V_{ACDET}, V_{IMON}, V_{SDA}, V_{SCL}, V_{ILIM}, V_{LDRV}, V_{VDD}$	-0.3	6	V
引线耐焊接热	$T_H$	-	260°C, 10s	°C
工作温度范围	$T_A$	-55	125	°C
贮存温度范围	$T_{STG}$	-65	150	°C

(1) 使用中超过这些绝对最大值可能对芯片造成永久损坏。

## 电性能参数

除非特别标明， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{VCC} = 18\text{V}$ ， $V_{ISN} = 12\text{V}$

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
操作条件						
VCC 输入电压范围	$V_{VCC\_RNG}$		4.5		25	V
调节范围和精度						
充电电压调节范围	$V_{BAT\_REG\_RNG}$		1.024		19.2	V
充电电压调节精度	$V_{BAT\_REG\_ACC}$	充电电压() = 0x41A0	16.716	16.8	16.884	V
			-0.5%		0.5%	
		充电电压() = 0x3130	12.529	12.592	12.655	V
			-0.5%		0.5%	
		充电电压() = 0x20D0	8.316	8.4	8.484	V
			-1%		1%	
		充电电压() = 0x1060	4.108	4.192	4.276	V
			-2%		2%	
充电电流调节范围	$I_{CHG\_REG\_RNG}$	$V_{ISP-ISN}$ , 10m $\Omega$ 检测电阻	0		8128	mA
充电电流调节精度	$I_{CHG\_REG\_ACC}$	充电电流() = 0x1000	3973	4096	4219	mA
			-3%		3%	
		充电电流() = 0x0800	1946	2048	2150	mA
			-5%		5%	
		充电电流() = 0x0200	410	512	614	mA
			-20%		20%	
		充电电流() = 0x0100	172	256	340	mA
			-33%		33%	
		充电电流() = 0x0080	64	128	192	mA
			-50%		50%	
适配器输入电流限制范围	$I_{AC\_REG\_RNG}$	$V_{ACP-ACN}$ , 10m $\Omega$ 检测电阻	0		8064	mA
适配器输入电流限制精度	$I_{AC\_REG\_ACC}$	输入电流() = 0x1000	3973	4096	4219	mA
			-3%		3%	
		输入电流() = 0x0800	1946	2048	2150	mA

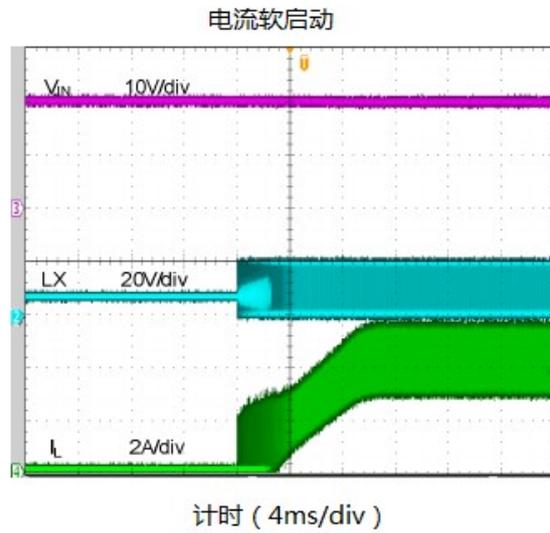
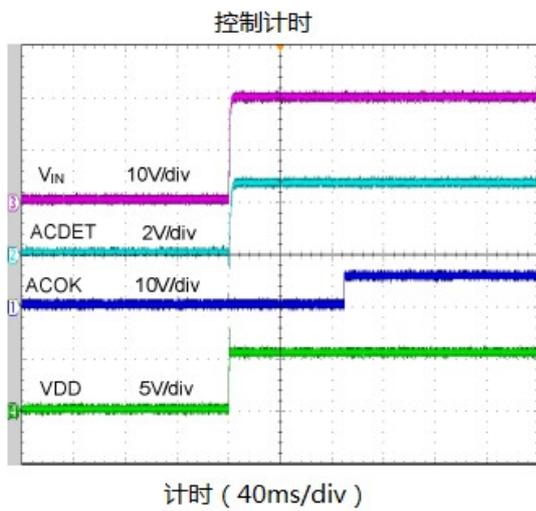
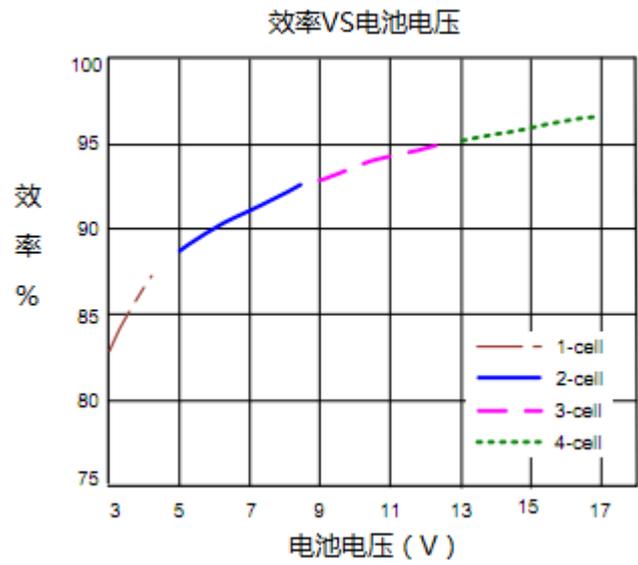
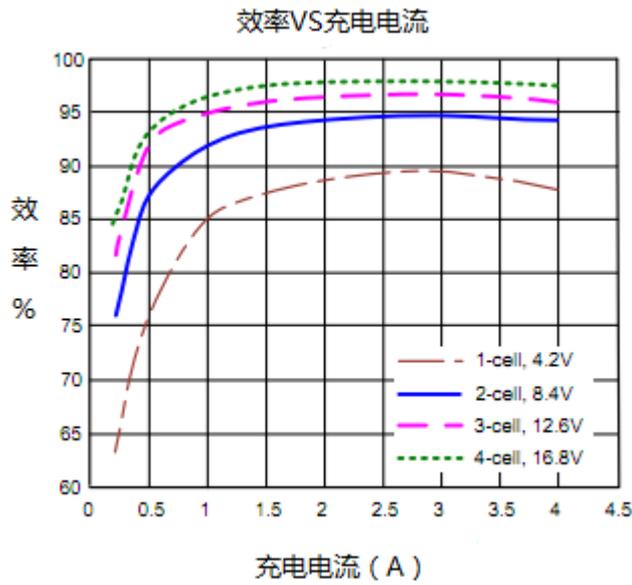
			-5%		5%	
		输入电流() = 0x0400	870	1024	1178	mA
			-15%		15%	
		输入电流() = 0x0200	384	512	640	mA
			-25%		25%	
<b>电流检测放大器</b>						
电流检测放大器输出电压范围	$V_{IMON}$		0		3.3	V
电流检测放大器增益	$A_{IMON}$	$V_{IMON}/(V_{ISP}-V_{ISN})$ 或 $r(V_{ACP}-V_{ACN})$		20		V/V
电流检测放大器增益精度	$V_{IMON\_ACC}$	$V_{ACP}-V_{ACN}$ 或 $V_{ISP}-V_{ISN}=40.96mV$	-3%		3%	
		$V_{ACP}-V_{ACN}$ 或 $V_{ISP}-V_{ISN}=20.48mV$	-4%		4%	
		$V_{ACP}-V_{ACN}$ 或 $V_{ISP}-V_{ISN}=10.24mV$	-15%		15%	
		$V_{ACP}-V_{ACN}$ 或 $V_{ISP}-V_{ISN}=5.12mV$	-20%		20%	
		$V_{ACP}-V_{ACN}$ 或 $V_{ISP}-V_{ISN}=2.56mV$	-33%		33%	
缓冲电容负载	$C_{IMON}$		0		100	pF
<b>比较器</b>						
VCC UVLO 比较器	$V_{UVLO}$	$V_{VCC}$ 上升	3	3.75	4.5	V
VCC UVLO 迟滞	$\Delta V_{UVLO}$	$V_{VCC}$ 下降		340		mV
ACOK 上升阈值	$V_{ACOK}$	$V_{VCC}>V_{UVLO}$ , $V_{ACDET}$ 上升	2.33	2.4	2.47	V
ACOK 下降阈值	$V_{ACOK\_HYS}$	$V_{VCC}>V_{UVLO}$ , $V_{ACDET}$ 下降	25	40	55	mV
ACOK 上升抗尖峰脉冲	$t_{ACOK\_DEG}$	$V_{VCC}>V_{UVLO}$ , $V_{ACDET}$ 上升至 2.4V	110	160	210	ms
		$V_{VCC}>V_{UVLO}$ , $V_{ACDET}$ 上升至 2.4V	0.9	1.3	1.7	s
WAKEUP 检测上升阈值	$V_{WAKE\_RISE}$	$V_{VCC}>UVLO$ , $V_{ACDET}$ 上升		0.6	0.8	V
WAKEUP 检测下降阈值	$V_{WAKE\_FALL}$	$V_{VCC}>UVLO$ , $V_{ACDET}$ 下降	0.3	0.5		V

交流过压 ACDET 上升 阈值	$V_{ACOV}$	$V_{ACDET}$ 上升	3.05	3.15	3.25	V
交流过压 ACDET 下降 阈值	$V_{ACOV\_HYS}$	$V_{ACDET}$ 下降	40	70	100	mV
VCC 到 ISN 比较器	$V_{VCC\_ISN}$	$V_{VCC}-V_{ISN}$ 下降阈值	60	130	200	mV
VCC 到 ISN 比较器迟滞	$V_{VCC\_ISN\_HYS}$	$V_{VCC}-V_{ISN}$ 下降迟滞	100	150	200	mV
ACN to ISN 比较器	$V_{ACN\_ISN}$	$V_{ACN}-V_{ISN}$ 上升阈值	90	230	370	mV
ACN to ISN 比较器迟滞	$V_{ACN\_ISN\_HYS}$	$V_{ACN}-V_{ISN}$ 上升迟滞	50	95	140	mV
HFET_SC ACP to LX 比较器上升阈值	$V_{HFET\_SC}$	充电选项() [8] = 1	450	750	1200	mV
LFET_SC LX to GND 比较器上升阈值	$V_{LFET\_SC}$	充电选项() [7] = 0	100	125	150	mV
		充电选项() [7] = 1	200	250	300	
逐周期峰值； ISP 到 ISN 降压模式下的 电流限制； 比较器上升阈值；	$V_{PK\_CHARGE}$	充电选项()=0x0xxxH	45	60	75	mV
		充电选项()=0x1000H- 0x17C0H	75	100	125	
		充电选项()=0x1800H- 0x1FC0H	90	120	150	
快速 DPM 比较器阈值	$I_{DPM}$	停止充电并根据输入电 流限制进入升压模式阈 值	102%	108%	114%	$I_{AC\_REG}$
ACOC 比较器上升阈值	$I_{ACOC}$	充电选项() [1] = 1	300%	333%	366%	$I_{AC\_REG}$
ACOC 最小钳位阈值	$I_{ACOC\_MIN}$	$I_{ACOC}=333\% \times I_{AC\_REG}$	4	4.5	5	A
ACOC 最大钳位阈值	$I_{ACOC\_MAX}$	$I_{ACOC}=333\% \times I_{AC\_REG}$	13.5	15	16.5	A
ACOC 抗尖峰脉冲时间	$t_{ACOC\_DEG}$		2.3	4.2	6.6	ms
BAT OV 上升阈值	$V_{BATOV\_RISE}$	$V_{ISN}$ 上升	103%	104%	106%	$V_{BAT\_REG}$
BAT OV 下降阈值	$V_{BATOV\_FALL}$	$V_{ISN}$ 下降		102%		$V_{BAT\_REG}$
电池耗尽 ISN 下降阈值	$V_{BATDEP}$	充电选项() [12:11] = 00	55.53%	59.19%	63.5%	$V_{BAT\_REG}$
		充电选项() [12:11] = 01	58.68%	62.65%	67.5%	
		充电选项() [12:11] = 10	62.17%	66.55%	71.5%	
		充电选项() [12:11] = 11	66.06%	70.97%	77%	

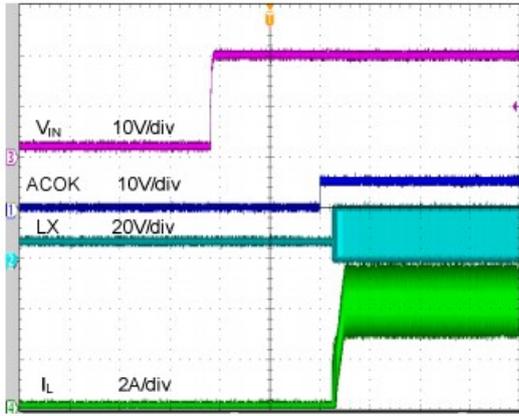
电池耗尽 ISN 上升阈值	V <sub>BATDEP_HYS</sub>	充电选项() [12:11] = 00	63%	66.5%	70%	V <sub>BAT_REG</sub>
		充电选项() [12:11] = 01	67%	70%	73%	
		充电选项() [12:11] = 10	72%	75%	78%	
		充电选项() [12:11] = 11	77%	80%	83%	
BAT UV 下降阈值	V <sub>BATUV</sub>	V <sub>ISN</sub> 下降	2.4	2.5	2.6	V
BAT UV 上升阈值	V <sub>BATUV_HYS</sub>	V <sub>ISN</sub> 上升		200		mV
ILIM 降低阈值以禁用充电	V <sub>ILIM_DIS</sub>	V <sub>ILIM</sub> 下降	60	75	90	mV
ILIM 上升阈值以启用充电	V <sub>ILIM_EN</sub>	V <sub>ILIM</sub> 上升	90	105	120	mV
热关断上升阈值	T <sub>SD</sub>	温度上升		150		°C
热关断下降迟滞	T <sub>SD_HYS</sub>	温度下降		20		°C
<b>驱动能力</b>						
VDD LDO 电压	V <sub>VDD</sub>	V <sub>VCC</sub> >6V, V <sub>ACDET</sub> >0.6V	5	5.5	6	V
VDD Current Capacity	I <sub>VDD</sub>	V <sub>VCC</sub> >6V, V <sub>ACDET</sub> >0.6V	55			mA
高侧驱动器导通电阻	R <sub>H_ON</sub>	V <sub>BST</sub> -V <sub>LX</sub> =5.2V		1.5		Ω
高侧驱动器关断电阻	R <sub>H_OFF</sub>			0.5		Ω
低侧驱动器导通电阻	R <sub>L_ON</sub>	V <sub>VDD</sub> =5.5V		1.5		Ω
低侧驱动器关断电阻	R <sub>L_OFF</sub>			0.5		Ω
从 HDRV 低侧到 LDRV 高侧的死区时间	t <sub>DEAD_LD</sub>			20		ns
从 LDRV 低侧到 HDRV 高侧的死区时间	t <sub>DEAD_HD</sub>			20		ns
ACDRV 驱动电压	V <sub>ACPUMP</sub>	V <sub>ACDRV</sub> -V <sub>ACCMS</sub> when V <sub>VCC</sub> >6V		6		V
ACDRV 驱动拉电流	I <sub>ACDRV_SOURCE</sub>		30	60		μA
ACDRV 驱动灌电流	I <sub>ACDRV_SINK</sub>		1.75			mA
BATDRV 驱动电压	V <sub>BATPUMP</sub>	V <sub>BATDRV</sub> -V <sub>ISN</sub> when V <sub>VCC</sub> >6V		6		V
BATDRV 驱动拉电流	I <sub>BATDRV_SOURCE</sub>		40	60		μA

BATDRV 驱动灌电流	I <sub>BATDRV_SINK</sub>			1		mA
<b>PWM 振荡器</b>						
PWM 开关频率	F <sub>SW</sub>	充电选项() [9] = 0 (错误)	600	750	900	kHz
PWM 增加频率	F <sub>SW+</sub>	充电选项() [10:9] = 11	665	885	1100	kHz
PWM 减小频率	F <sub>SW-</sub>	充电选项() [10:9] = 01	465	615	765	kHz
<b>逻辑 I/O</b>						
SCL/SDA 输入低阈值	V <sub>IN_LO</sub>				0.8	V
SCL/SDA 输入高阈值	V <sub>IN_HI</sub>		2.1			V
SDA/ACOK 输出饱和电压	V <sub>OUT_LO</sub>	5mA 漏电流			0.5	V
SDA/ACOK 漏电流	I <sub>OUT_LEAK</sub>	V=7V	-1		1	μA
<b>计时</b>						
软启动电流步骤	I <sub>STEP</sub>	10mΩ 电流检测电阻		64		mA
软启动电流时间	t <sub>STEP</sub>			240		μs
ACFET 和 BATFET 之间的延迟时间	t <sub>DELAY</sub>	BATFET 关断至 ACFET 开启; ACFET 关断至 BATFET 开启		2		ms
<b>静态电流</b>						
电池关断时的电流	I <sub>BAT_BATFET_OFF</sub>	V <sub>ISN</sub> =16.8V, VCC 断开电池, BATFET 电荷泵关闭, BATFET 关闭			5	μA
电池开启时的电流	I <sub>BAT_BATFET_ON</sub>	V <sub>ISN</sub> =16.8V, VCC 连接电池, BATFET 电荷泵启用, BATFET 开启			25	μA
待机静态电流	I <sub>STANDBY</sub>	适配器存在, V <sub>VCC</sub> >V <sub>UVLO</sub> , V <sub>ACDET</sub> >0.6V, 充电禁用		0.65	1.3	mA
无切换时的适配器电流	I <sub>AC_NOSW</sub>	适配器存在, V <sub>VCC</sub> >V <sub>UVLO</sub> , 2.4V<V <sub>ACDET</sub> <3.15V, 充电启用, 无切换		1.5	3	mA
切换时的适配器电流	I <sub>AC_SW</sub>	适配器存在, V <sub>VCC</sub> >V <sub>UVLO</sub> , 2.4V<V <sub>ACDET</sub> <3.15V, 充电使能		10		mA

## 典型特性曲线

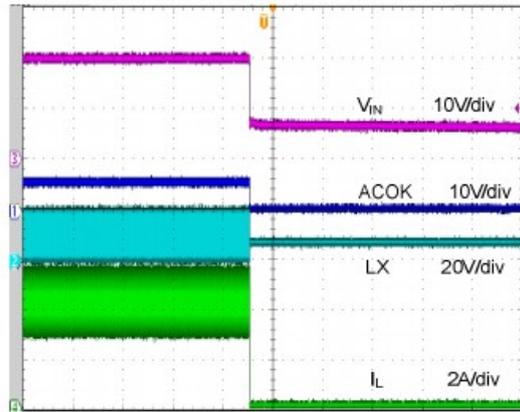


置入适配器



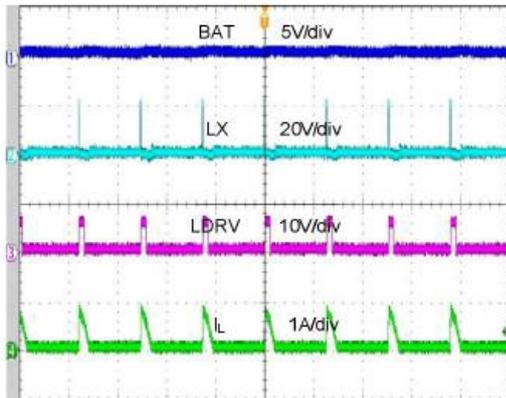
计时 ( 40ms/div )

移除适配器



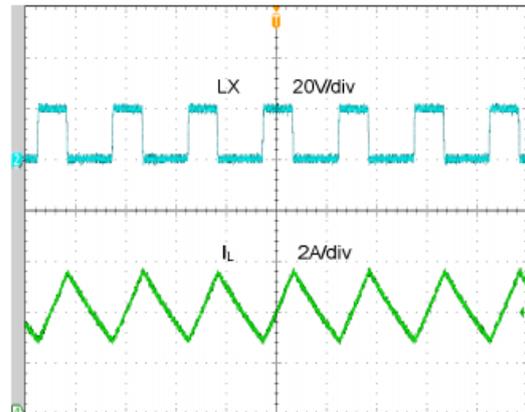
计时 ( 40ms/div )

电池短路



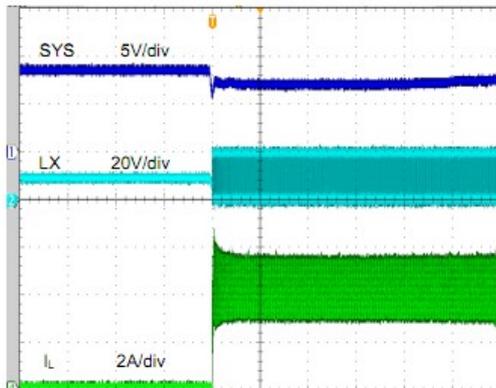
计时 ( 20us/div )

瞬态电流充电状态



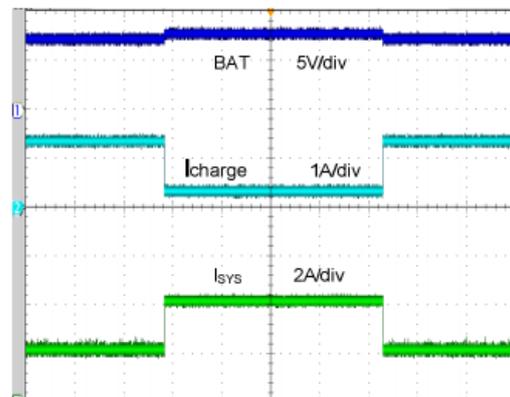
计时 ( 1us/div )

插入电池

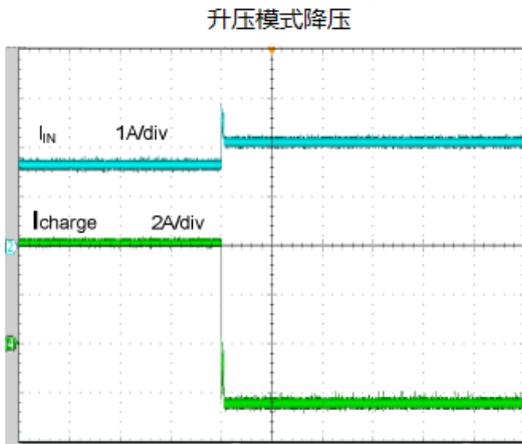


计时 ( 2ms/div )

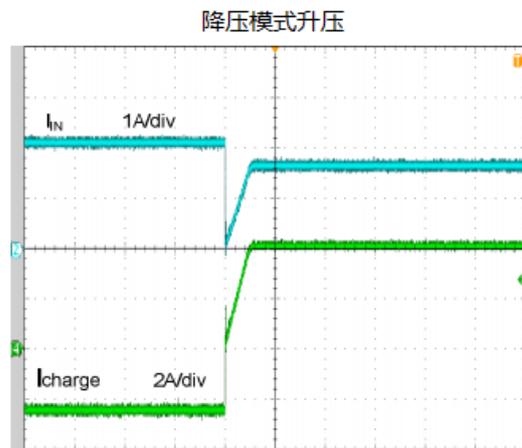
系统负载瞬态 ( 输入DPM )



计时 ( 400ms/div )

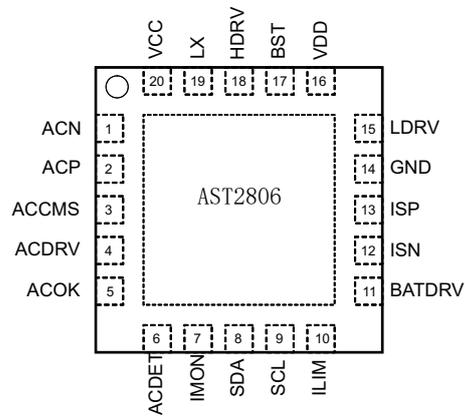


升压模式降压  
计时 ( 100ms/div )



降压模式升压  
计时 ( 20ms/div )

## 芯片框图及引脚说明



引脚序号	引脚名称	功能说明
1	ACN	AC 适配器电流检测负输入。
2	ACP	AC 适配器电流检测正输入。
3	ACCMS	N 沟道 MOSFET 开关的公共源极连接。
4	ACDRV	电荷泵输出驱动阻断 FET。
5	ACOK	AC 输入正常信号。开漏引脚。 当 ACDET 电压介于 2.4V~3.15V 时，通过外部拉高上拉电阻，使 VCC 电压高于 UVLO，VCC 电压比 ISN 电压高 280mV，表示适配器有效可开始充电。

6	ACDET	AC 适配器检测输入。使用 AC 适配器输出的电阻分压器设置检测电压。
7	IMON	缓冲交流或充电电流输出，可通过 SMBUS 命令选择。IMON 电压是检测电阻两端差分电压的 20 倍。
8	SDA	SMBUS 数据 I/O。开漏输出。根据 SMBUS 规范连接外部上拉电阻。
9	SCL	SMBUS 时钟输入。根据 SMBUS 规范连接外部上拉电阻。
10	ILIM	充电电流限制输入。 最小 ILIM 电压和 DAC 限制电压设置充电电流限制。 将 ILIM 设置为 1.6V 以上将禁用此控制。 一旦 ILIM 引脚上的电压降至 75mV 以下，充电将被禁用。当 ILIM 引脚上升到 105mV 以上时，将进行充电。
11	BATDRV	电荷泵输出驱动 N 沟道 BAT MOSFET。
12	ISN	电池充电电流检测负输入。
13	ISP	电池充电电流检测正输入。
14	GND	IC 接地。
15	LDRV	低侧 MOSFET 驱动器输出。
16	VDD	转换器功率 MOSFET 驱动器的 LDO 输出。
17	BST	高端功率 MOSFET 驱动电源。
18	HDRV	高侧 MOSFET 驱动器输出。
19	LX	电感器连接点
20	VCC	IC 电源输入。使用 10 $\Omega$ 电阻和 1uF 电容滤除浪涌电流和低频噪声。

## 功能详细说明

### 综述

AST2806 是一款高效多节电池充电控制器且支持 Boost 模式。

### 适配器检测和上电 (ACOK)

ACDET 引脚检测适配器或其他直流电源的输入电压。分压电阻应将输入电压编程为高于最大电池电压，同时低于适配器电压允许的最大值。在以下条件下，ACOK 去毛刺时间后可通过上拉电阻拉至外部轨道：

- $V_{VCC} > V_{UVLO}$ ，确保控制电路运行良好；

- $2.4V < V_{ACDET} < 3.15V$ ，在工作范围内输入电压；
- $V_{VCC} - V_{ISN} > 280mV$  ( $V_{VCC\_ISN} + V_{VCC\_ISN\_HYS}$ )，充电时输入高压。

无论 ChargeOption 寄存器值是什么，POR 后第一次 ACOK 上升的抗尖峰脉冲时间是 160ms。当 ACDET 引脚电压降至 2.4V 以下但高于 0.6V 时，下一个 ACOK 上升的抗尖峰脉冲时间将被强制设定为 1.3s。

### 电池电压 · 电池电流和适配器输入电流调节

电池电压调节由 11 位 DAC 寄存器设置，由主机微控制器通过 SMBUS 接口进行编程。

电池电流调节由 7 位 DAC 寄存器设置。它由连接在 ISP 和 ISN 引脚之间的电阻检测。

检测电阻为  $10m\Omega$  时，最大电流为 8.128A。

适配器输入电流限制由 6 位 DAC 寄存器设置，由 ACP 和 ACN 引脚之间的电阻检测。

检测电阻为  $10m\Omega$  时，最大电流为 8.064A。

高精度放大器在 IMON 引脚上提供 20X ACP-ACN 的模拟输出电压，主机系统可以用它来监控适配器输入电流。如果适配器电流上升到极限，电池充电电流将减小，以至于充电器不会降低系统可用的电流。

### 动态电源管理 ( DPM · ACOC )

当输入电流高于 DPM 快速阈值时，将停止充电。

经过一段典型延迟时间后，如果输入电流仍高于 DPM 的快速阈值，充电器将进入升压模式。

可以通过 ChargeOption 寄存器启用 ACOC 功能。

如果输入电流上升至 ACOC 设定点  $4.2ms$  ( $t_{ACOC\_DEG}$ )，ACFET 将锁定。

在移除适配器之前无法清除锁存状态。

### Boost 模式

AST2806 在升压模式下运行，支持 Intel Turbo Boost。

当适配器满载时，系统将通过升压转换器吸取电池电量。

在升压模式期间，当系统电源需求暂时高于适配器最大功率电平时，电池能量将被传送到系统以至于适配器过载。在 POR 之后，禁用升压模式，ChargeOption 寄存器位[3]为 0。

要启用它须由主机将 ChargeOption 寄存器位[3]写入 1。

当输入电流高于 DPM 比较器快速阈值时，如果启用升压模式，IC 允许电池放电，转换器将从降压变为升压。在升压模式期间，适配器电流在输入电流限制水平调节以便适配器不会过载。电池放电电流取决于系统电流要求和适配器电流限制值。启用 SMBUS 定时器可防止转换器在升压模式下运行太长时间。

### 逐周期峰值电流限制

AST2806 使用逐周期峰值电流限制模式来防止开关过流。IC 检测充电电阻或 LFET 的压降作为电流信息。降压和升压模式的峰值电流限制值是不同的。

### MOSFET 短路保护 ( HFET\_SC · LFET\_SC )

当 MOSFET 或电感短路时， $R_{DSON}$  上的高压降将触发 HFET\_SC 或 LFET\_SC。

当帐户在 90 秒内接收到 7 次短路信号时，IC 将锁定转换器。循环 AC 输入将释放门锁状态。

### 电池过压保护 ( BATOV )

当电池电压高过调节电压设定值的 104% 时，转换器不会切换。当低于 102% 时，切换恢复。

### 电池短路保护 ( BATUV )

比较器监视输出电池电压。电压低于 2.5V ( $V_{BATUV}$ ) 时，将检测到电池短路状态。

峰值电流将被钳位到一个低值，IC 将降低开关频率。当电池电压高于 2.7V ( $V_{BATUV} + V_{BATUV\_HYS}$ ) 时，充电电流将返回设定点。

### 热关断保护 ( TSD )

当结温超过 150°C 时，IC 将关闭。一旦温度降至 130 °C 以下，切换将恢复。

## 充电器超时

如果充电器在 175 秒内没有收到 ChargeVoltage ( ) 或 ChargeCurrent ( ) 命令，定时器终止充电。如果发生超时，则须重新发送 ChargeVoltage ( ) 或 ChargeCurrent ( ) 命令以重新启用充电。

## 电池学习模式

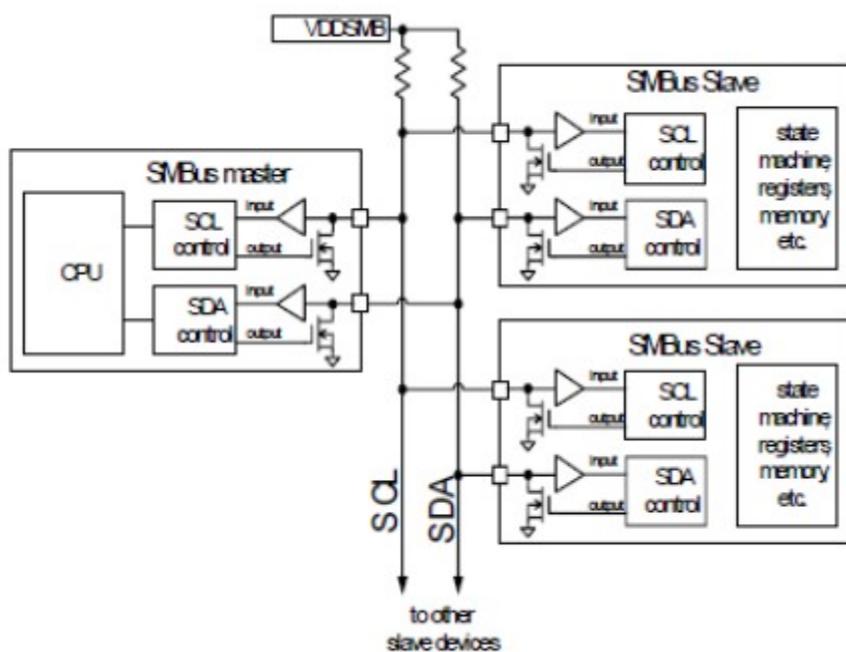
可以通过 AST2806 中的 SMBUS 命令激活电池学习周期。学习模式允许电池放电，以便在完整的放电/充电周期内校准电池电量监测计。当进入电池学习模式时，IC 将首先关闭转换器和 ACFET，然后打开电池以支持放电模式。退出电池学习模式时，如果所有条件都准备就绪，IC 将返回正常模式。ACOK 是启用电池学习模式的必要条件。如果移除适配器，IC 将立即退出电池学习模式。

## SMBus 接口

### 系统管理总线

系统管理总线（SMBUS）是一种支持双向通信的 2 线总线。这里简要描述下。更多细节可从 [www.SMBUS.org](http://www.SMBUS.org) 获得。

### 通用 SMBus 体系结构

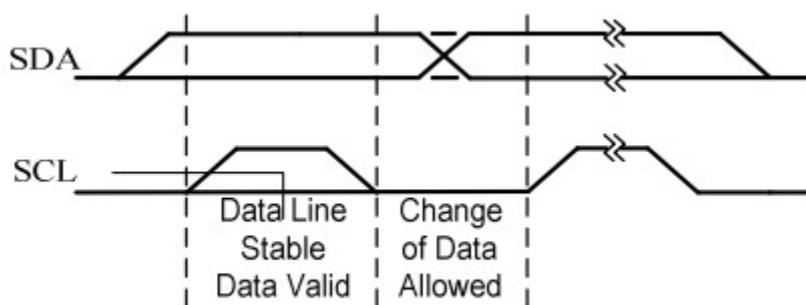


### 数据有效性

除非在启动或停止条件下，否则 SDA 线上的数据须在 SCL 的高电平期间保持稳定。

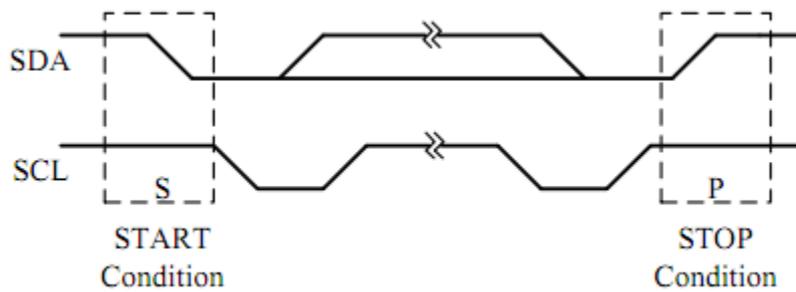
只有当 SCL 线上的时钟信号为低电平时，数据线的高或低状态才会改变。

参见图 3。



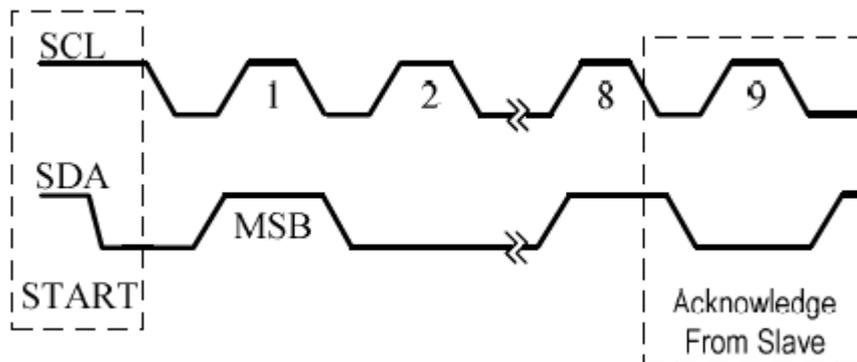
### 启动和停止条件

如图 4 所示，SCL 为高电平时，启动条件是 SDA 线从高到低的转换；而停止条件是 SDA 线上低电平到高电平的转换。必须在每个 START 条件之前发送 STOP 条件。



## 应答

每个地址和数据传输需要用到 9 个时钟脉冲。第九个脉冲是应答位（ACK）。在启动条件之后，主器件在接下来的 8 个时钟脉冲期间发送 7 个从地址位和一个 R / W 位。在第 9 个时钟脉冲期间，识别其自身地址的器件将数据线保持为低电平以进行应答。主设备和从设备也使用应答位来确认接收寄存器地址和数据，如下所述。



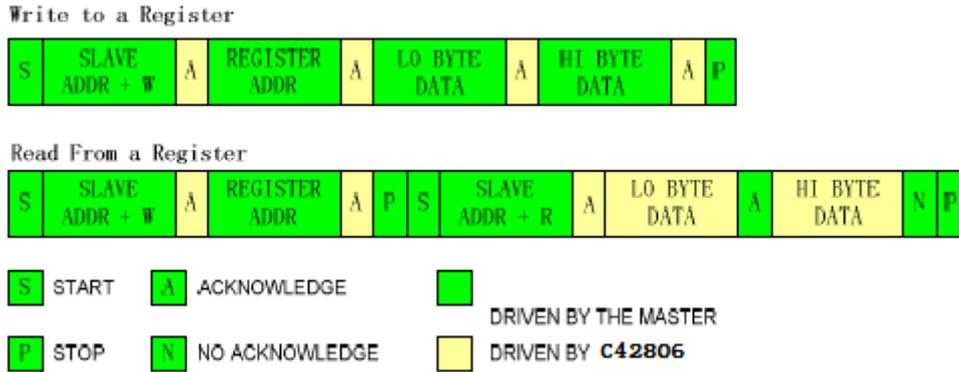
## SMBUS 传输

所有传输都以 SMBUS 主设备发送的控制字节开始。控制字节以启动条件开始，然后是 7 位从机地址（AST2806 为 0001001），后跟 R / W 位。写入时 R / W 位为 0 或读取时为 1。如果 SMBUS 总线上的任何从器件识别其地址，则它们将通过在控制字节中的最后一个时钟周期拉低串行数据（SDA）线来应答。

如果该地址不存在任何从属或未准备好进行通信，则数据线将为 1，表示未应答条件。

一旦发送了控制字节，AST2806 就会对其进行应答，主机发送的第二个字节必须是寄存器地址字节，例如 ChargeCurrent 寄存器的 0x14。寄存器地址字节告诉 AST2806 主器件将写入或读取哪个寄存器。

有关寄存器的详细信息，请参见表 1。一旦 AST2806 收到寄存器地址字节，它将以确认响应。



### 字节格式

SDA 线上的每个字节必须 8 位，后面必须跟一个应答位。数据以最高有效位（MSB）和最低有效位（LSB）传输。

### AST2806 和 SMBUS

AST2806 接收来自 SMBUS 接口的控制输入。串行接口符合系统管理总线规范 V1.1 中记录的 SMBUS 协议，可从 [www.SMBUS.org](http://www.SMBUS.org) 下载。AST2806 使用 SMBUS Write-Word 和 Read-Word 协议（图 6）与智能电池通信。AST2806 是 SMBUS 从器件，不会在 BUS 上启动通信。它响应 7 位地址 0b0001001\_（0x12）。读地址= 0b00010011，写地址= 0b00010010。

此外，AST2806 还有两个识别（ID）寄存器：一个 16 位器件 ID 寄存器和一个 16 位制造商 ID 寄存器。数据（SDA）和时钟（SCL）引脚具有施密特触发器输入，可以适应慢速边沿。

根据 SMBUS 规范为 SDA 和 SCL 选择上拉电阻以实现上升时间。

AST2806 由写入表 1 中所述寄存器的数据控制。将在以下条件下启用 SMBUS 通信：

- $V_{VCC}$  高于  $V_{UVLO}$ ;
- $V_{ACDET}$  高于 0.6V;

### 电池充电器寄存器

AST2806 支持四个使用 Write-Word 或 Read-Word 协议的电池充电器寄存器，如表 1 所示。

ManufacturerID 和 DeviceID 是“只读”寄存器，可用于识别 AST2806。

在 AST2806 上，ManufacturerID 始终返回 0x0053，DeviceID 始终返回 0x0001。

**表 1 电池充电器寄存器摘要**

寄存器地址	注册名称	读/写	描述	POR 状态
0x12	充电选项 ( )	读/写	16 位充电选项控制	0xF902
0x14	充电电流 ( )	读/写	7 位充电电流设置	0x0000
0x15	充电电压 ( )	读/写	11 位充电电压设置	0x0000
0x3F	输入电流 ( )	读/写	6 位适配器输入电 流设置	0x1000
0xFE	制造 ID	只读	制造 ID	0x0053
0xFF	设备 ID	只读	设备 ID	0x0001

## 启用和禁用充电

AST2806 上电后，内部寄存器包含其 POR 值（见表 1）。充电电流和充电电压的 POR 值 0x0000。这些值禁用充电。要启用充电，写入 ChargeCurrent 寄存器的数字须大于 0x007F，且写入 ChargeVoltage 寄存器的数字须大于 0x03FF。可以通过将 0x0000 写入两个中任何一个寄存器中来禁用充电。

## 充电选项控制

通过将有效的 16 位数写入 ChargeOption 寄存器来设置充电选项。

**表 2 充电选项 ( 寄存器 0x12 )**

位	位名	描述
0	充电抑制	0: 启用充电 (POR 默认)

		1: 抑制充电
1	ACOC 阈值调整	<p>将此位置 1 可在输出电流超出稳压范围时限制输入电流。</p> <p>最大输入电流限制为 15A，典型值为 10mΩ 检测电阻。</p> <p>0: 禁用功能。</p> <p>1: 3.33 x 输入电流调节限值 (POR 默认值)</p>
2	升压模式指示 (只读)	<p>0: 未处于升压模式 (POR 默认值)。</p> <p>1: 在升压模式下。</p>
3	升压模式使能	<p>0: 禁用升压模式 (POR 默认值)。</p> <p>1: 启用升压模式。</p>
4	交流适配器指示 (只读)	<p>0: AC 适配器不存在 (VACDET &lt; 2.4V) (默认为 POR)。</p> <p>1: 存在 AC 适配器 (VACDET &gt; 2.4V)。</p>
5	IMON 选择	<p>0: IMON 是 20x 适配器电流放大器输出 (默认为 POR)。</p> <p>1: IMON 是 20 倍充电电流放大器输出。</p>
6	电池学习使能	<p>0: 禁用 LEARN (POR 默认值)。</p> <p>1: 启用 LEARN。</p>
7	LFET_SC 比较器阈值调整	<p>短路保护低端 MOSFET 压降比较器阈。</p> <p>这也用于升压模式期间的逐周期峰值电流限制保护阈值。</p> <p>0: 125mV (默认为 POR)</p> <p>1: 250mV</p>
8	HFET_SC 比较器阈值调整	短路保护高端 MOSFET 压降比较器阈值。

		<p>0: 禁用功能。</p> <p>1: 750mV (默认 POR)</p>
9	EMI 开关频率使能	<p>0: 禁止调节 PWM 开关频率 (POR 默认值)。</p> <p>1: 使能调节 PWM 开关频率。</p>
10	EMI 开关频率调整	<p>默认频率: 750kHz</p> <p>0: 将 PWM 开关频率降低 18% (默认为 POR)。</p> <p>1: 将 PWM 开关频率提高 18%。</p>
11	BAT 损耗比较器 阈值调整[12:11]	见位[12]
12	BAT 损耗比较器阈值调整 [12:11]	<p>这用于升压模式期间的 LEARN 功能和电池过放电保护。</p> <p>在 LEARN 周期期间, 当 IC 检测到电池电压低于耗尽电压阈值时, IC 将关闭 BATFET 并打开阻塞 FET, 从 AC 适配器而不是电池为系统供电。</p> <p>在升压模式功能期间, 当 IC 检测到电池电压低于耗尽电压阈值时, IC 停止升压模式。</p> <p>将 ChargeVoltage 寄存器值设置为 0V 将禁用此功能。</p> <p>00: 下降阈值=电压调节能限值的 59.19% (~2.486V/电池)</p> <p>01: 下降阈值=电压调节能限值的 62.65% (~2.631V/单元)</p> <p>10: 下降阈值=电压调节能限值的 66.55% (~2.795V/电池)</p>

		11: 下降阈值=电压调节限值的 70.97% (~2.981V/电池) (POR 默认值)
14:13	看门狗定时器调整	<p>设置连续 SMBUS 写入充电电压或充电电流命令之间的最大延迟。</p> <p>如果 IC 在看门狗时间段内未接收到写入充电电压或写入充电电流命令并且看门狗定时器使能，则将暂停充电。</p> <p>当看门狗定时器到期并且充电暂停时，在接收写入充电电压或写入充电电流命令后将恢复充电。</p> <p>在升压模式期间，如果启用，定时器将固定为 175 秒。</p> <p>00: 禁用看门狗定时器</p> <p>01: 启用，44s</p> <p>10: 启用，88s</p> <p>11: 使能看门狗定时器 (175s) (默认为 POR)</p>
15	ACOK 抗尖峰脉冲时间调整	<p>调整 ACOK 上升沿抗尖峰时间。</p> <p>POR 后，第一次适配器插头的抗尖峰脉冲时间始终为 160ms，无论该位为 0 还是 1。</p> <p>该位仅在 ACFET 关闭至少一次后设置下一次 ACOK 抗尖峰脉冲时间。</p> <p>要更改此选项，VCC 引脚电压必须高于 VUVLO 且 ACDET 引脚电压必须高于 0.6V 才能使能 SMB SMBUS 通信。</p> <p>0: ACOK 上升沿抗尖峰时间 160ms</p> <p>1: ACOK 上升沿抗尖峰时间 1.3s (默认为 POR)</p>

## 设置充电电压

通过将有效的 16 位数写入 ChargeVoltage 寄存器来设置充电电压。该 16 位数转换为 65.535V 满量程电压。AST2806 忽略前 4 个 LSB,而使用接下来的 11 位来设置电压 DAC。AST2806 的充电电压范围为

1.024V 至 19.200V。要求充电电压低于 1.024V 或高于 19.2V 的所有数字都会导致电压设定点为零，从而终止充电。

初始上电或复位时，ChargeVoltage 和 ChargeCurrent 寄存器复位为 0，充电器保持关闭状态，直到有效数字发送到 ChargeVoltage 和 ChargeCurrent 寄存器。使用 Write-Word 协议写入 ChargeVoltage 寄存器。ChargeVoltage 的寄存器地址为 0x15。由 D15-D0 形成的 16 位二进制数表示充电电压设定点以 mV 为单位。但是，因为 D0-D3 位被忽略，如表 3 所示，AST2806 的分辨率是 16mV；D15 位也被忽略，因为不需要跨越 1.024V 至 19.2V 的范围。表 3 显示了充电电压设定值与写入 ChargeVoltage 寄存器的 16 位数之间的映射关系。可以回读 ChargeVoltage 寄存器以验证其内容。

**表 3 充电电压 (注册 0x15)**

位	位名	描述
0		未曾使用
1		未曾使用
2		未曾使用
3		未曾使用
4	充电电压, DACV 0	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 16mV 的充电电压。
5	充电电压, DACV 1	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 32mV 的充电电压。
6	充电电压, DACV 2	0 =增加 0mV 的充电电压。

		1 =增加 64mV 的充电电压。
7	充电电压, DACV 3	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 128mV 的充电电压。
8	充电电压, DACV 4	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 256mV 的充电电压。
9	充电电压, DACV 5	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 512mV 的充电电压。
10	充电电压, DACV 6	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 1024mV 的充电电压。
11	充电电压, DACV 7	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 2048 mV 的充电电压。
12	充电电压, DACV 8	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 4096 mV 的充电电压。
13	充电电压, DACV 9	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 8196 mV 的充电电压。
14	充电电压, DACV 10	0 =增加 0mV 的充电电压。 1 =增加 16384mV 的充电电压。 , 最大值 19200mV。
15		未曾使用。通常为 32768 mV。

## 设置充电电流

AST2806 具有 16 位充电电流寄存器, 用于设置电池充电电流。

AST2806 通过控制 ISP-ISN 电压来控制充电电流。AST2806 忽略前 6 个 LSB，并使用接下来的 7 位来控制当前 DAC。AST2806 的充电电流范围为 128mA 至 8.128A（使

用 10mΩ 电流检测电阻）。要求充电电流低于 128mA 或高于 8.128A 的所有数字都会导致电流设置为 0mA 并且终止充电。上电复位（POR）时的默认充电电流设置为 0mA。要停止充电需将充电电流设置为 0。初始上电时，充电电压和充电电流寄存器复位为 0，充电器禁用。要启动充电器需将有效数字写入充电电压和充电电流寄存器。充电电流寄存器使用 Write-Word 协议。充电电流的寄存器代码为 0x14（0b00010100）。表 4 显示了充电电流设定点和充电电流数之间的映射。可以回读充电电流寄存器以验证其内容。AST2806 包含一个用于低电池状态的故障限制器。

ILIM 电压限制电池电量。有限电流由等式  $I_{CHG} = V_{ILIM} / (20 \times R_{IS})$  给出。

为内部电流限制选择 ILIM 引脚和 DAC 设置较低电流。

**表 4 充电电流 ( 寄存器 0x14 ) ( 10mΩ 检测电阻 )**

位	位名	描述
0		未曾使用
1		未曾使用
2		未曾使用
3		未曾使用
4		未曾使用
5		未曾使用
6	充电电流, DACI 0	0 = 增加 0mA 的充电电流。 1 = 增加 64mA 的充电电流。
7	充电电流, DACI 1	0 = 增加 0mA 的充电电流。 1 = 增加 128 mA 的充电电流。
8	充电电流, DACI 2	0 = 增加 0mA 的充电电流。

		1 =增加 256 mA 的充电电流。
9	充电电流, DACI 3	0 =增加 0mA 的充电电流。 1 =增加 512 mA 的充电电流。
10	充电电流, DACI 4	0 =增加 0mA 的充电电流。 1 =增加 1024 mA 的充电电流。
11	充电电流, DACI 5	0 =增加 0mA 的充电电流。 1 =增加 2048 mA 的充电电流。
12	充电电流, DACI 6	0 =增加 0mV 的充电电流。 1 =增加 4096 mA 的充电电流, 最大值为 8128mA。
13		未曾使用。
14		未曾使用。
15		未曾使用。

## 设置输入电流限制

AC 适配器的总功率是系统供电, 充电器供电和电池供电的总和。当输入电流超过设定的输入电流限值时, AST2806 将降低充电电流, 以优先考虑系统负载电流。随着系统负载的增加, 可用的充电电流将线性下降到零。此后, 总输入电流可以上升至 AC 适配器的极限。

内部放大器将 ACP 和 ACN 之间的差分电压与输入电流寄存器设置的比例电压进行比较。

总输入电流是器件电源电流, 充电器输入电流和系统负载电流之和。

总输入电流可估算如下:

$$I_{\text{INPUT}} = I_{\text{SYSTEM}} + \left[ (I_{\text{CHG}} \times V_{\text{BATTERY}}) / (V_{\text{IN}} \times \eta) \right]$$

其中  $\eta$  是 DC / DC 转换器的效率（通常为 85% 至 95%）。

要设置输入电流限制，请使用 SMBUS 并用表 5 中列出的数据格式写入 16 位输入电流寄存器。

输入电流寄存器使用 Write-Word 协议。输入电流的寄存器代码为 0x3F (0b00111111)。可以回读输入电流寄存器以验证其内容。AST2806 忽略前 6 个 LSB，并使用接下来的 7 位来控制输入电流 DAC。AST2806 的输入电流范围为 128mA 至 8.064A。所有请求输入电流低于 128mA 或高于 8.064A 的 16 位数字都将被忽略。POR 的默认输入电流限制设置为 4.096A。选择电流检测电阻时，仔细计算其额定功率。考虑系统负载电流的变化和读出放大器的整体精度。注意此电阻上的压降会造成额外的功率损耗，从而降低效率。系统电流通常会随着系统的某些部分上电或进入睡眠状态而波动。

如果没有输入电流调节，输入源必须能够提供最大系统电流和最大充电器输入电流。通过使用输入电流限制电路，可以降低 AC 墙壁适配器的输出电流能力，从而降低系统损耗。

**表 5 输入电流 ( 寄存器 0x3F ) ( 10mΩ检测电阻 )**

位	位名	描述
0		未曾使用。
1		未曾使用。
2		未曾使用。
3		未曾使用。
4		未曾使用。
5		未曾使用。
6		未曾使用。
7	输入电流, DACS 1	0 = 增加 0mA 的输入电流。 1 = 增加 128mA 的输入电流。
8	输入电流, DACS 2	0 = 增加 0mA 的输入电流。

		1 =增加 256 mA 的输入电流。
9	输入电流, DACS 3	0 =增加 0mA 的输入电流。 1 =增加 512 mA 的输入电流。
10	输入电流, DACS 4	0 =增加 0mA 的输入电流。 1 =增加 1024 mA 的输入电流。
11	输入电流, DACS 5	0 =增加 0mA 的输入电流。 1 =增加 2048 mA 的输入电流。
12	输入电流, DACS 6	0 =增加 0mV 的输入电流。 1 =增加 4096 mA 的输入电流, 最大值为 8064mA。
13		未曾使用。
14		未曾使用。
15		未曾使用。

### AST2806 数据字节顺序

AST2806 中的每个寄存器包含 16 位或 2 个字节。

在 SMBUS 上发送的所有数据都是 8 位字节, 在 AST2806 中从每个寄存器写入或读取都为 2 个字节。传输这些字节的顺序与它们正常写入的方式相反。首先发送低字节, 然后发送 HI 字节。例如, 写入 0x41A0 时, 首先写入 0xA0, 然后再发送 0x41。

### 写入内部寄存器

为了设置充电电流，充电电压或输入电流，必须通过 SMBUS 将有效的 16 位数写入 AST2806 内部寄存器。写入 AST2806 中的寄存器，主器件发送一个控制字节，其 R/W 位设置为 0，表示写入。

如果它从 AST2806 收到应答，将发送一个寄存器地址字节来设置要写入的寄存器（即 ChargeCurrent 寄存器的 0x14）。

AST2806 将以 Acknowledge 响应。然后，主设备发送要写入所需寄存器的低位数据字节。

AST2806 将以 Acknowledge 响应。然后，主设备发送要写入所需寄存器的较高数据字节。

AST2806 将以 Acknowledge 响应。然后，主机发出停止条件，向 AST2806 指示当前传输已完成。

一旦此传输完成，AST2806 将开始以新的电流或电压运行。AST2806 不支持每个传输写入多个寄存器。

### 读取内部寄存器

AST2806 能够读取 5 个内部寄存器。在从内部寄存器读取数据之前，主器件必须首先通过写入并发送寄存器地址字节来选择所需的寄存器。此过程从主机发送一个控制字节开始，R/W 位设置为 0，表示写入。一旦从 AST2806 收到 Acknowledge，它将发送一个寄存器地址字节，表示它想要读取内部寄存器。AST2806 将以 Acknowledge 响应。然后，主设备必须以停止条件响应。在停止条件之后，主器件跟随新的启动条件，发送一个新的控制字节，其中 AST2806 的从地址和 R/W 位设置为 1，表示读取。AST2806 将确认并发送存储在该寄存器中的低位字节。

接收到该字节后，主机通过在第 9 个时钟脉冲期间保持 SDA 为低电平来应答。然后 AST2806 发送存储在寄存器中的高位字节。在第二个字节之后，两个器件都没有将 SDA 保持为低电平（No Acknowledge）。AST2806 不支持每次传输读取多个寄存器。

### 应用信息

以下为电池充电器设计参考“原理图”（见图 1）。本节介绍如何选择外部元件，包括电感，输入和输出电容，开关 MOSFET。

## 电感选择

AST2806 有三种可选的固定开关频率。更高的开关频率允许使用更小的电感器和电容器值。

电感饱和电流应高于充电电流 ( $I_{CHG}$ ) 加上纹波电流的一半 ( $I_{Ripple}$ ):

$$I_{SAT} \geq I_{CHG} + \frac{1}{2} \times I_{Ripple}$$

电感纹波电流取决于输入电压 ( $V_{IN}$ ), 占空比 ( $D = V_{OUT} / V_{IN}$ ), 开关频率 ( $f_{SW}$ ) 和电感 ( $L$ ):

$$I_{Ripple} = \frac{V_{IN} \times D \times (1-D)}{f_{SW} \times L}$$

最大电感纹波电流发生在  $D = 0.5$  或接近  $0.5$ 。例如, 3 芯电池组的电池充电电压范围为  $9V$  至  $12.6V$ 。对于  $20V$  适配器电压,  $10V$  电池电压可提供最大电感纹波电流。通常, 电感纹波的设置范围为最大充电电流的 (20-40%), 作为电感尺寸与实际设计效率之间的折衷。

## 输出电容选择

与电池并联的输出电容用于吸收高频开关纹波电流并平稳输出电压。

输出纹波电流  $I_{RMS}$  的 RMS 值计算如下。

$$I_{RMS} = \frac{V_{IN}}{\sqrt{12} \times L \times f_{SW}} \times D \times (1-D)$$

其中占空比  $D$  是输出电压 (电池电压) 与 CCM 模式的输入电压之比, 这是电池充电器的典型值。

在电池充电期间, 电池电压从其初始电池电压变化到额定电压。以  $20V$  适配器电压和 3 节电池为例, 占空比从最小电池电压  $7.5V$  的  $0.375$  到最大电池电压  $12.6V$  的  $0.63$ 。输出纹波电流的最大 RMS 值出现在  $0.5$  的占空比, 并表示如下。

$$I_{RMS\_MAX} = \frac{V_{IN}}{4 \times \sqrt{12} \times L \times f_{SW}}$$

对于  $V_{IN} = 25V$ ，3 节电池， $L = 3.3 \mu H$ ， $f_{SW} = 750kHz$ ，最大 RMS 电流为 0.729A。

典型的  $20 \mu F$  小尺寸陶瓷电容是吸收该电流的理想选择。有机聚合物电容器具有高电容和小尺寸，并具有显着的等效串联电阻（ESR）。虽然 ESR 会增加纹波电压，但它也会产生高频零点，有助于降压转换器的闭环工作。

### 输入电容选择

输入电容吸收来自降压转换器的输入纹波电流，由下式给出。

$$I_{RMS} = I_{CHG} \times \frac{\sqrt{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}}{V_{IN}}$$

该 RMS 纹波电流必须小于电容数据表中的额定 RMS 电流。最好选用非交联化学品（陶瓷，铝或 OSCON），因为当 AC 适配器插入电池充电器时它们对上电浪涌电流具有抵抗力。

对于笔记本电池充电器应用，建议使用体积小，成本低的 Sanyo 陶瓷电容器或聚合物电容器。

### 功率 MOSFET 选择

两个外部 NFET 用于同步开关充电器。栅极驱动器内部集成到样品中，具有 5.5V 的栅极驱动电压。30V 或更高额定电压的 MOSFET 对于 19-20V 输入电压是首选。品质因数（FOM）通常用于根据导通损耗和开关损耗之间的折衷来选择合适的 MOSFET。

$$FOM = R_{ds(on)} \times Q_g$$

FOM 值越低，总功率损耗越低。相同封装尺寸，较低的  $R_{DS(ON)}$  通常具有较高的成本。

高侧 NFET 损耗包括传导损耗和开关损耗。它涉及占空比（D），充电电流（ $I_{CHG}$ ），MOSFET 导通电阻（ $R_{DS(ON)}$ ），输入电压（ $V_{IN}$ ），开关频率（ $f_{SW}$ ），导通时间（ $t_{on}$ ）和关断时间（ $t_{off}$ ）：

$$P_{HFET} = D \times I_{CHG}^2 \times R_{ds(on)} + \frac{1}{2} \times V_{IN} \times I_{CHG} \times (t_r + t_f) \times f_{SW}$$

第一部分代表传导损失。通常，当结温升高  $100^\circ C$  时，MOSFET  $R_{DS(ON)}$  增加 50%。

第二部分代表开关损耗。MOSFET 开启时间和关闭时间定义为：

$$t_r = \frac{Q_{sw}}{I_r}, \quad t_f = \frac{Q_{sw}}{I_f}$$

其中  $Q_{sw}$  是开关电荷， $I_r$  是导通栅极驱动电流， $I_f$  是关断栅极驱动电流。

如果数据表中没有给出  $Q_{sw}$ ，可以通过栅极 - 漏极电荷 ( $Q_{gd}$ ) 和栅极 - 源极电荷 ( $Q_{gs}$ ) 来估算：

$$Q_{sw} = Q_{gd} + \frac{1}{2} \times Q_{gs}$$

栅极驱动电流可以通过栅极驱动器的  $V_{DD}$  电压 ( $V_{VDD}$ )，MOSFET 平台电压 ( $V_{plateau}$ )，总导通栅极电阻 ( $R_{g\_on}$ ) 和关断栅极电阻 ( $R_{g\_off}$ ) 来估算：

$$I_r = \frac{V_{VDD} - V_{plateau}}{R_{g\_on}}, \quad I_f = \frac{V_{plateau}}{R_{g\_off}}$$

当在同步 CCM 模式下工作时，低侧 MOSFET 的导通损耗由以下等式计算。

$$P_{LFET} = (1-D) \times I_{CHG}^2 \times R_{ds(on)}$$

## 版图设计

开关节点 LX 引脚的上升和下降时间对于开关损耗很重要。适当的布局可以最小化高频电流路径环路。这对于防止电场和磁场辐射以及高频谐振问题很重要。

- 1) 将输入电容尽可能靠近开关 MOSFET 的电源并接地连接，使用最短的铜走线连接。这些部件应放置在同一层 PCB 板上，而不是放在不同的层上，并使用 via 进行连接。
- 2) IC 应靠近开关 MOSFET 的栅极端子，并保持栅极驱动信号走线短，以实现单纯的 MOSFET 驱动。IC 可以放置在开关 MOSFET PCB 板的另一侧。
- 3) 将电感输入端子尽可能靠近开关 MOSFET 的输出端子。

最小化此迹线的铜面积，以降低电场和磁场辐射，但走线需足够宽以进行当前充电。该连接不可并行使用多个图层。最小化从该区域到任何其他迹线或平面的寄生电容。

- 4) 充电电流检测电阻应紧靠电感输出。

将感测电阻器两端的感测引线连接到同一层中的 IC，彼此靠近（最小化环路面积），不要将感测引线穿过高电流路径。将去耦电容放置在 IC 旁边的走线上。

- 5) 将输出电容放在感应电阻输出和接地旁边。
- 6) 输出电容接地连接需连接到输入电容接地的同一铜线，然后再连接到系统地。
- 7) 使用单接地连接将充电器电源接地连接到充电器模拟地。在 IC 下方使用模拟接地铜浇注，但避免使用电源引脚来降低电感和电容噪声耦合。
- 8) 将模拟地与电源地分开布线并分别连接。使用电源焊盘将模拟地和电源地连接在一起作为单个接地连接点。或者使用  $0\Omega$  电阻将模拟地连接到电源地（如果可能，电源焊盘应该连接到模拟地）。
- 9) 去耦电容应放在 IC 引脚旁边，走线连接尽量短。
- 10) 将 IC 封装背面的裸露电源焊盘焊接到 PCB 地并确保连接到另一层接地层的 IC 正下方有足够的散热孔。

