

具有理想二极管控制器和 锂离子电池充电器的 USB 电源管理器

特点

- 输入电源之间的无缝切换：锂离子电池、USB 和 5V 交流适配器
- 215mΩ 内部理想二极管和可选的外部理想二极管控制器可在交流适配器 / USB 输入未接入的情况下提供低损耗 PowerPath™ 功能
- 负载相关型充电保证准确的 USB 输入电流相容性
- 恒定电流/恒定电压操作以及热反馈功能可在无过热危险的情况下实现充电速率的最大化*
- 可选的 100% 或 20% 输入电流限值 (例如：500mA/100mA)
- 高达 1.2A 的可独立设置电池充电电流
- 准确度为 0.8% 的 4.2V 预设充电电压
- C/10 充电电流检测输出
- NTC 热敏电阻输入以实现适宜温度充电
- 纤巧型 (4mm × 3mm × 0.75mm) 14 引脚 DFN 封装

应用

- 便携式 USB 设备：照相机、MP3 播放机、PDA

描述

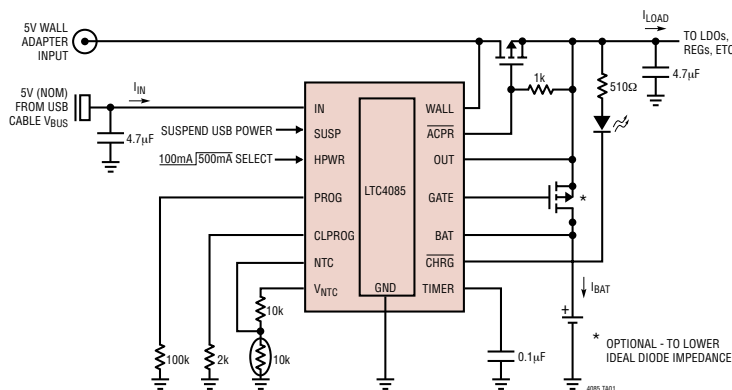
LTC®4085 是一款专为便携式电池供电应用而设计的 USB 电源管理器和锂离子电池充电器。该器件可控制通过 USB 外设执行操作和电池充电的总电流。可将输入总电流限制为高达 1.5A 编程值的 20% 或 100% (通常为 100mA 或 500mA)。电池充电电流可自动减小，这样负载电流与充电电流之和就不会超过设定的输入电流限值。

LTC4085 包括一个用于单节锂离子电池的完整恒定电流 / 恒定电压线性充电器。施加至电池的浮动电压被保持于一个严格的 0.8% 容限，而且，充电电流可采用一个外部接地电阻器来设置。一个充电结束状态输出 CHRG 负责指示满充电状态。总充电时间可由一个接地的外部电容器来设置。当电池电压降至浮动电压以下 100mV 时，将进行电池的自动再充电。该器件还具有用于在充电过程中监视电池温度的 NTC 热敏电阻输入。

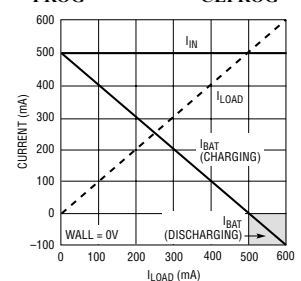
LTC4085 采用 14 引脚扁平 4mm × 3mm DFN 封装。

LT、LT、LTC 和 LTM 是凌力尔特公司的注册商标。PowerPath 是凌力尔特公司的商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。受包括第 6522118、6700364 号美国专利的保护。其他专利正在进行审议。

典型应用



输入和电池电流与
负载电流的关系曲线
R_{PROG} = 100k, R_{CLPROG} = 2k



LTC4085

绝对最大额定值 (注1、2、3、4、5)

终止电压

IN, OUT

$t < 1\text{ms}$ 和占空比 $< 1\%$ -0.3V 至 7V

稳态 -0.3V 至 6V

BAT, $\overline{\text{CHRG}}$, HPWR, SUSP,

WALL, $\overline{\text{ACPR}}$ -0.3V 至 6V

NTC, TIMER, PROG,

CLPROG -0.3V 至 ($V_{\text{CC}} + 0.3\text{V}$)

引脚电流 (稳态)

IN, OUT, BAT (注6) 2.5A

工作温度范围 -40°C 至 85°C

最大工作结温 110°C

贮存温度范围 -65°C 至 125°C

封装/订购信息

TOP VIEW

DE PACKAGE
14-LEAD (4mm x 3mm) PLASTIC DFN

$T_{\text{JMAX}} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{\text{JA}} = 40^{\circ}\text{C}/\text{W}$
EXPOSED PAD (PIN 15) IS GND, MUST BE CONNECTED TO PCB

产品型号	DE 器件标记
LTC4085EDE	4085

订购选项 卷带: 加 #TR
无铅型: 加 #PBF 无铅型卷带: 加 #TRPBF
无铅型器件标记: <http://www.linear.com/leadfree/>

对于规定工作温度范围更宽的器件, 请咨询凌力尔特公司。

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围, 否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。 $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$, $V_{\text{BAT}} = 3.7\text{V}$, $\text{HPWR} = 5\text{V}$, $\text{WALL} = 0\text{V}$, $R_{\text{PROG}} = 100\text{k}$, $R_{\text{CLPROG}} = 2\text{k}$, 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V_{IN}	输入电源电压	IN 和 OUT	4.35		5.5	V	
V_{BAT}	输入电压	BAT			4.3	V	
I_{IN}	输入电源电流	$I_{\text{BAT}} = 0$ (注7) 暂停模式: $\text{SUSP} = 5\text{V}$ 暂停模式: $\text{SUSP} = 5\text{V}$, $\text{WALL} = 5\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 4.8\text{V}$	●	0.5	1.2	mA	
			●	50	100	μA	
			●	60	110	μA	
I_{OUT}	输出电源电流	$V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$, $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$, $\text{NTC} = V_{\text{NTC}}$	●	0.7	1.4	mA	
I_{BAT}	电池漏电流	$V_{\text{BAT}} = 4.3\text{V}$, 充电操作被阻止 暂停模式: $\text{SUSP} = 5\text{V}$ $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$, BAT 向 OUT 供电, 无负载	●	15	27	μA	
			●	22	35	μA	
			●	60	100	μA	
V_{UVLO}	输入或输出欠压闭锁	V_{IN} 给器件供电, 上升门限 V_{OUT} 给器件供电, 上升门限	●	3.6	3.8	V	
			●	2.75	2.95	3.15	V
ΔV_{UVLO}	输入或输出欠压闭锁	V_{IN} 上升 - V_{IN} 下降 或 V_{OUT} 上升 - V_{OUT} 下降		130		mV	

电流限制

I_{LIM}	电流限值	$R_{\text{CLPROG}} = 2\text{k}$ (0.1%), $\text{HPWR} = 5\text{V}$ $R_{\text{CLPROG}} = 2\text{k}$ (0.1%), $\text{HPWR} = 0\text{V}$	●	475	500	525	mA
			●	90	100	110	mA
$I_{\text{IN(MAX)}}$	最大输入电流限值	(注8)		2.4			A
R_{ON}	V_{IN} 至 V_{OUT} 的接通电阻	$I_{\text{OUT}} = 100\text{mA}$ 负载		215			m Ω

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{IN} = 5\text{V}$ ， $V_{BAT} = 3.7\text{V}$ ， $HPWR = 5\text{V}$ ， $WALL = 0\text{V}$ ， $R_{PROG} = 100\text{k}$ ， $R_{CLPROG} = 2\text{k}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{CLPROG}	CLPROG 引脚电压	$R_{PROG} = 2\text{k}$ $R_{PROG} = 1\text{k}$	●	0.98	1	1.02	V
			●	0.98	1	1.02	V
I_{SS}	软起动浪涌电流	IN 或 OUT			5		mA/ μs
V_{CLEN}	输入电流限制使能门限电压	$(V_{IN} - V_{OUT}) V_{IN}$ 上升 $(V_{IN} - V_{OUT}) V_{IN}$ 下降		20	50	80	mV
				-80	-60	-20	mV
电池充电器							
V_{FLOAT}	已调输出电压	$I_{BAT} = 2\text{mA}$ $I_{BAT} = 2\text{mA}$ ，(0°C 至 85°C)		4.165	4.2	4.235	V
				4.158	4.2	4.242	V
I_{BAT}	电流模式充电电流	$R_{PROG} = 100\text{k}$ (0.1%)，无负载 $R_{PROG} = 50\text{k}$ (0.1%)，无负载	●	465	500	535	mA
			●	920	1000	1080	mA
$I_{BAT(MAX)}$	最大充电电流	(注 8)		1.5			A
V_{PROG}	PROG 引脚电压	$R_{PROG} = 100\text{k}$ $R_{PROG} = 50\text{k}$	●	0.98	1	1.02	V
			●	0.98	1	1.02	V
k_{EOC}	充电结束电流与充电电流之比	$V_{BAT} = V_{FLOAT}$ (4.2V)	●	0.085	0.1	0.11	mA/mA
I_{TRIKL}	涓流充电电流	$V_{BAT} = 2\text{V}$ ， $R_{PROG} = 100\text{k}$ (0.1%)		40	50	60	mA
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压		●	2.8	2.9	3	V
V_{CEN}	充电器使能门限电压	$(V_{OUT} - V_{BAT})$ 下降； $V_{BAT} = 4\text{V}$ $(V_{OUT} - V_{BAT})$ 上升； $V_{BAT} = 4\text{V}$			55		mV
					80		mV
V_{RECHRG}	再充电电池门限电压	$V_{FLOAT} - V_{RECHRG}$	●	60	100	130	mV
t_{TIMER}	TIMER 准确度	$V_{BAT} = 4.3\text{V}$		-10		10	%
	再充电时间	占总充电时间的百分比			50		%
	低电池电量涓流充电时间	占总充电时间的百分比， $V_{BAT} < 2.8\text{V}$			25		%
T_{LIM}	恒定温度模式中的结温				105		$^\circ\text{C}$
内部理想二极管							
R_{FWD}	增量电阻， V_{ON} 调节	$I_{BAT} = 100\text{mA}$			125		$\text{m}\Omega$
$R_{DIO(ON)}$	V_{BAT} 至 V_{OUT} 的导通电阻	$I_{BAT} = 600\text{mA}$			215		$\text{m}\Omega$
V_{FWD}	正向压降 ($V_{BAT} - V_{OUT}$)	$I_{BAT} = 5\text{mA}$ $I_{BAT} = 100\text{mA}$ $I_{BAT} = 600\text{mA}$	●	10	30	50	mV
					55		mV
					160		mV
V_{OFF}	二极管停用电池电压			2.8			V
I_{FWD}	负载电流限值，用于 V_{ON} 调节			550			mA
$I_{D(MAX)}$	二极管电流限值			2.2			A
外部理想二极管							
$V_{FWD,EDA}$	外部二极管正向电压	$V_{GATE} = 1.85\text{V}$ ； $I_{GATE} = 0$			20		mV
逻辑							
V_{OL}	输出低电压 (CHRG、ACPR)	$I_{SINK} = 5\text{mA}$	●		0.1	0.25	V
V_{IH}	输入高电压	SUSP，HPWR 引脚	●	1.2			V
V_{IL}	输入低电压	SUSP，HPWR 引脚	●			0.4	V
I_{PULLDN}	逻辑输入下拉电流	SUSP，HPWR			2		μA

LTC4085

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{IN} = 5\text{V}$ ， $V_{BAT} = 3.7\text{V}$ ， $HPWR = 5\text{V}$ ， $WALL = 0\text{V}$ ， $R_{PROG} = 100\text{k}$ ， $R_{CLPROG} = 2\text{k}$ ， 除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
$V_{CHG(SD)}$	TIMER 上的充电器停机门限电压		●	0.15		0.4	V
$I_{CHG(SD)}$	TIMER 上的充电器停机上拉电流	$V_{TIMER} = 0\text{V}$	●	5	14		μA
V_{WAR}	绝对交流电源输入门限电压	V_{WALL} 上升门限	●	4.15	4.25	4.35	V
V_{WAF}	绝对交流电源输入门限电压	V_{WALL} 下降门限			3.12		V
V_{WDR}	增量交流电源输入门限电压	$V_{WALL} - V_{BAT}$ 上升门限			75		mV
V_{WDF}	增量交流电源输入门限电压	$V_{WALL} - V_{BAT}$ 下降门限	●	0	25	40	mV
I_{WALL}	交流电源输入电流	$V_{WALL} = 5\text{V}$			75	150	μA
NTC							
V_{VNTC}	V_{VNTC} 偏置电压	$V_{VNTC} = 500\mu\text{A}$	●	4.4	4.85		V
I_{VNTC}	NTC 输入漏电流	$V_{VNTC} = 1\text{V}$			0	± 1	μA
V_{COLD}	低温故障门限电压	上升门限 迟滞		$0.74 \cdot V_{VNTC}$			V
				$0.02 \cdot V_{VNTC}$			V
V_{HOT}	高温故障门限电压	下降门限 迟滞		$0.29 \cdot V_{VNTC}$			V
				$0.01 \cdot V_{VNTC}$			V
V_{DIS}	NTC 停用电压	NTC 输入电压至 GND (下降) 迟滞	●	75	100	125	mV
					35		mV

注 1： 高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

注 2： V_{CC} 是 V_{IN} 、 V_{OUT} 或 V_{BAT} 当中较高的一个。

注 3： 所有电压值均以 GND 为基准。

注 4： 该 IC 具有用于在短暂过载条件下对器件提供保护的过热保护功能。当过热保护功能生效时，结温将超过 125°C 。在规定的最大工作结温以上连续运作有可能导致器件性能劣化或发生故障。

注 5： LTC4085E 保证在 0°C 至 85°C 的范围内满足规定性能要求。在 -40°C 至 85°C 工作温度范围内的指标通过设计、特性分析和统计过程控制中的相关性来保证。

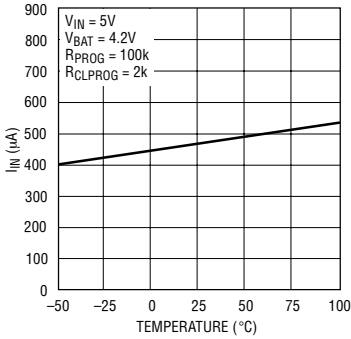
注 6： 由长期电流密度限制条件来保证。

注 7： 总输入电流 = 该规格值 + $1.002 \cdot I_{BAT}$ ，式中的 I_{BAT} 为充电电流。

注 8： 当电流大于 1.5A 时，编程电流的准确度有可能下降。

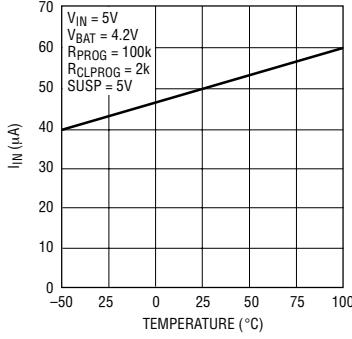
典型性能特征 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，除非特别注明。

输入电源电流与温度的关系曲线



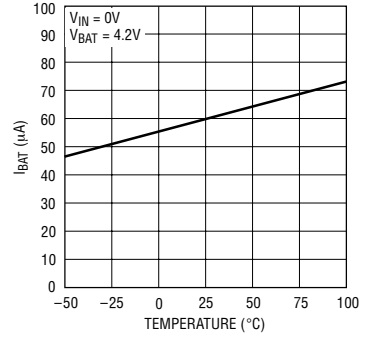
4085 G01

输入电源电流与温度的关系曲线 (暂停模式)



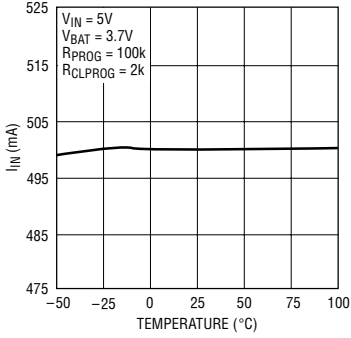
4085 G02

电池漏电流与温度的关系曲线 (BAT 给 OUT 供电, 无负载)



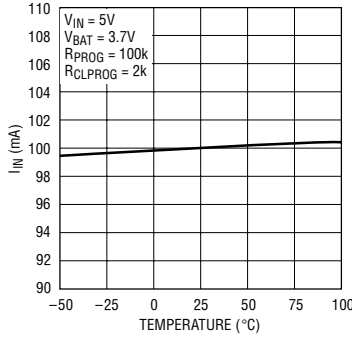
4085 G03

输入电流限值与温度的关系曲线, HPWR = 5V



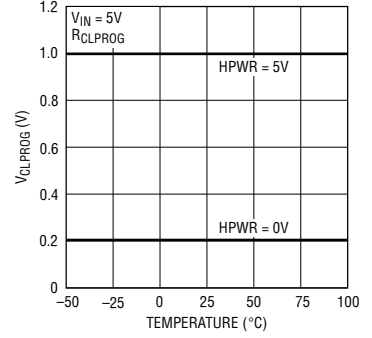
4085 G04

输入电流限值与温度的关系曲线, HPWR = 0V



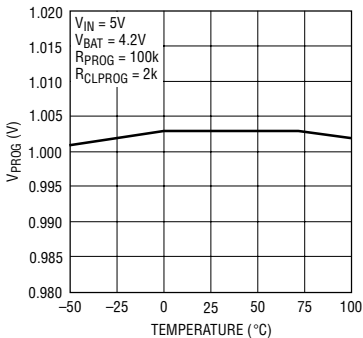
4085 G05

CLPROG 引脚电压与温度的关系曲线



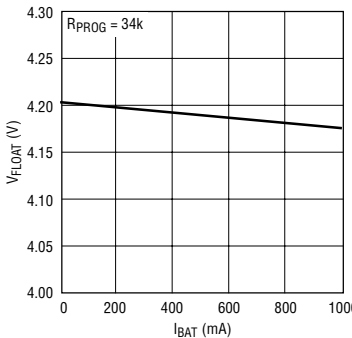
4085 G06

PROG 引脚电压与温度的关系曲线



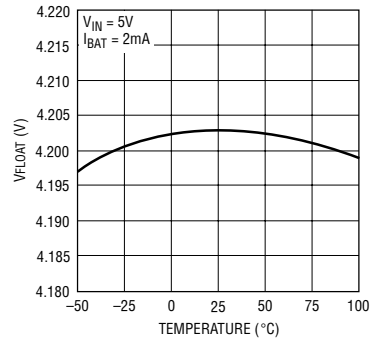
4085 G07

V_{FLOAT} 负载调节



4085 G08

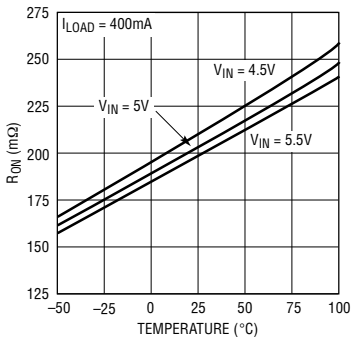
电池调节 (浮动) 电压与温度的关系曲线



4085 G09

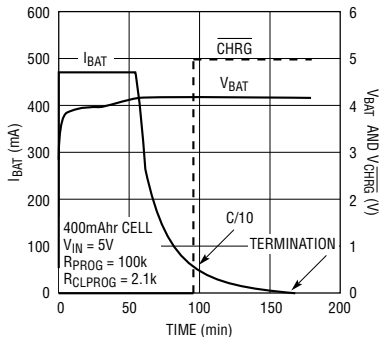
典型性能特征 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，除非特别注明。

输入 R_{ON} 与温度的关系曲线



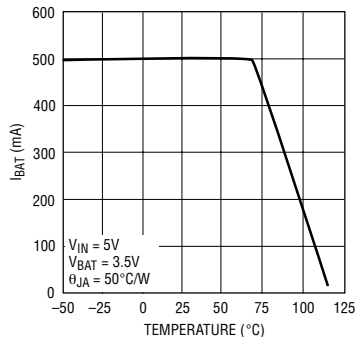
4085 G10

电池电流和电压与时间的关系曲线



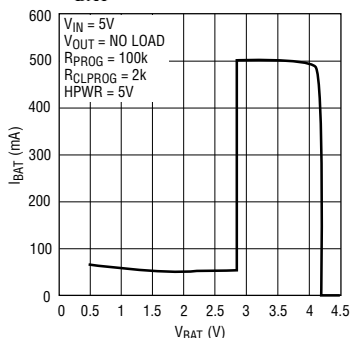
4085 G11

充电电流与温度的关系曲线 (热调整)



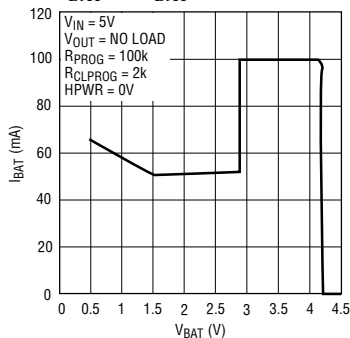
4085 G12

从 USB 来充电, I_{BAT} 与 V_{BAT} 的关系曲线



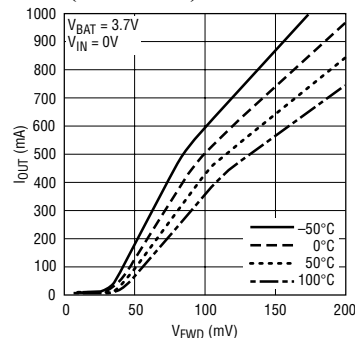
4085 G13

从 USB 来充电, 低功率, I_{BAT} 与 V_{BAT} 的关系曲线



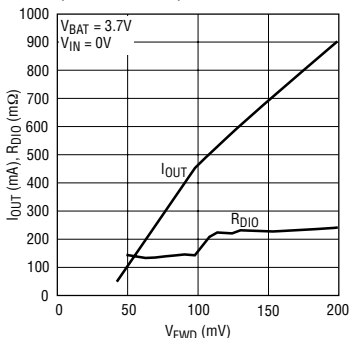
4085 G14

理想二极管电流与正向电压和温度的关系曲线 (无外部器件)



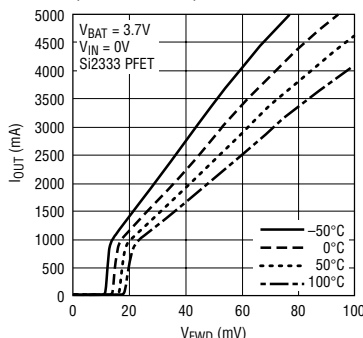
4085 G15

理想二极管电阻和电流与正向电压的关系曲线 (无外部器件)



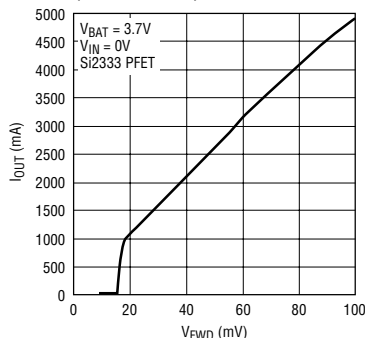
4085 G16

理想二极管电流与正向电压和温度的关系曲线 (带外部器件)



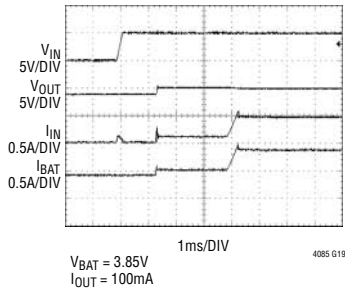
4085 G17

理想二极管电阻和电流与正向电压的关系曲线 (带外部器件)

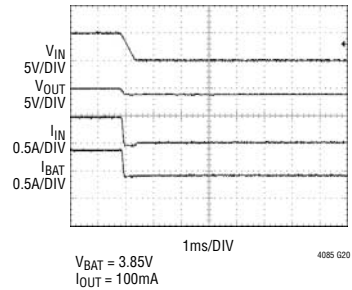


典型性能特征 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，除非特别注明。

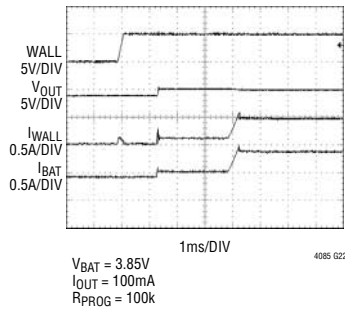
输入接入波形



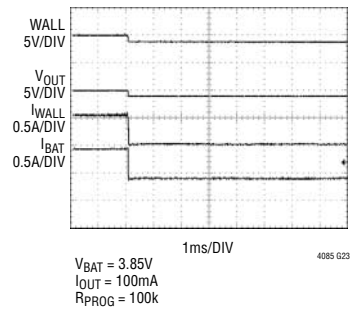
输入断接波形



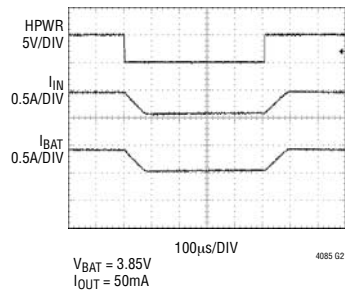
交流电源接入波形, $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$



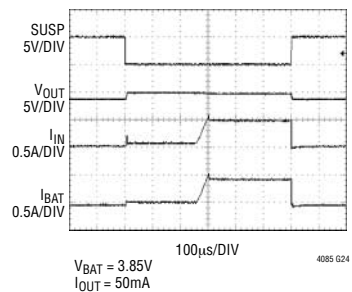
交流电源断接波形, $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$



对 HPWR 的响应



对暂停的响应



引脚功能

IN (引脚 1) : 输入电源。连接至 USB 电源 V_{BUS} 。至该引脚的输入电流被限制于由 CLPROG 引脚所设置的电流的 20% 或 100% (视 HPWR 引脚的状态而定)。通过输入提供的充电电流 (至 BAT 引脚) 被设定为由 PROG 引脚设置, 但如果设定充电电流高于输入限流值, 则充电电流受限于输入限流值。

OUT (引脚 2) : 电压输出。该引脚用于从 USB V_{BUS} (IN) 或电池 (BAT) (当未接入 USB 电源时) 来向 USB 设备提供受控功率。当 USB 未接入时, 还可把该引脚用于电池充电的输入, 并把一个交流适配器加至该引脚。应采用至少 $4.7\mu\text{F}$ 的电容器将 OUT 旁路至 GND。

CLPROG (引脚 3) : 电流限值设置和输入电流监视器。连接一个接地电阻器 R_{CLPROG} , 用于设置输入至输出电流限值。电流限值可按下式来设置:

$$I_{CL} (\text{A}) = \frac{1000V}{R_{CLPROG}}$$

在 USB 应用中, 电阻器 R_{CLPROG} 的阻值应被设定为不少于 2.1k 。

CLPROG 引脚上的电压始终与流过 IN 和 OUT 电源路径的电流成比例。该电流可由下式来计算:

$$I_{IN} (\text{A}) = \frac{V_{CLPROG}}{R_{CLPROG}} \cdot 1000$$

HPWR (引脚 4) : 高功率选择。该逻辑输入用于控制输入电流限值。当该引脚上的电压高于 1.2V 时, 将把输入电流限值设定为由 CLPROG 引脚所设置的电流的 100%。当该引脚上的电压低于 0.4V 时, 将把输入电流限值设定为由 CLPROG 引脚所设置的电流的 20%。在内部一个 $2\mu\text{A}$ 的下拉电流连接至该引脚, 以确保其在上电时为低电平 (当该引脚没有从外部进行驱动)。

SUSP (引脚 5) : 暂停模式输入。把该引脚拉至 1.2V 以上将阻断从 IN 至 OUT 的电源路径。来自 IN 的电源电流将减小, 与 USB 暂停模式规范相符。从 OUT 引脚对电池进行充电的能力以及理想二极管功能元件 (连接在 BAT 和 OUT 之间) 都将保持运行状态。如果在暂停模式中 V_{OUT} 低于 V_{BAT} , 则暂停模式将使充电定时器复位。如果 V_{OUT} 被保持在高于 V_{BAT} 的数值上 (例如: 当接入一个交流适配器时), 则当器件被置于暂停模式时充电定时器将不会被复位。在内部一个 $2\mu\text{A}$ 的下拉电流加至该引脚, 以确保其在上电时为低电平 (当该引脚没有从外部进行驱动)。

TIMER (引脚 6) : 定时器电容器。布设一个与 GND 相连的电容器 C_{TIMER} 来设定定时器周期。定时器周期为:

$$t_{TIMER} (\text{小时}) = \frac{C_{TIMER} \cdot R_{PROG} \cdot 3\text{小时}}{0.1\mu\text{F} \cdot 100\text{k}}$$

如果充电电流由于欠压电流限值、负载电流、热调整和电流限值选择 (HPWR) 的原因而减小, 则充电时间将增加。

把 TIMER 引脚短接至 GND 将停用电池充电功能。

引脚功能

WALL (引脚 7) : 交流适配器接入输入。把该引脚拉至 4.25V 以上将切断从 IN 至 OUT 的电源路径。ACPR 引脚也将被拉至低电平，以指示检测到了一个交流适配器。

NTC (引脚 8) : 至 NTC 热敏电阻温度监视电路的输入。在正常操作状态下，把一个热敏电阻从 NTC 引脚连接至地，并在 NTC 和 V_{NTC} 之间连接一个等值电阻器。当该引脚上的电压高于 $0.74 \cdot V_{NTC}$ (低温, 0°C) 或低于 $0.29 \cdot V_{NTC}$ (高温, 50°C) 时，定时器暂停操作 (但未被清零)，充电操作被禁止，而且 $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚保持在其先前的状态中。当 NTC 引脚上的电压恢复至 $0.74 \cdot V_{NTC}$ 和 $0.29 \cdot V_{NTC}$ 之间时，定时器将从暂停之处起继续运行，而且，如果电池电压低于再充电门限，则充电操作将被重新使能。与每个输入比较器有关的温度迟滞约为 3°C 。

如欲停用该功能，则需把 NTC 引脚连接至地。这将关闭所有的 LTC4085 NTC 功能。

V_{NTC} (引脚 9) : 用于 NTC 的输出偏置电压。一个连接在该引脚和 NTC 引脚之间的电阻器将给 NTC 热敏电阻施加偏压。

$\overline{\text{ACPR}}$ (引脚 10) : 交流适配器接入输出。低态有效漏极开路输出引脚。当该引脚为低电平时，表示交流适配器输入比较器的输入被拉至输入门限以上。如果 IN 或 OUT 或 BAT 引脚上未接入电源 (即：低于 UVLO 门限)，则该功能被停用。

$\overline{\text{CHRG}}$ (引脚 11) : 漏极开路充电状态输出。在对电池进行充电的过程中，由一个内部 N 沟道 MOSFET 把 $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚拉至低电平。当定时器终止或充电电

流降至编程充电电流的 10% 以下 (在电压模式中)、或者输入电源或输出电源被拿掉时， $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚将被强制为高阻抗状态。

PROG (引脚 12) : 充电电流设置。连接一个接地电阻器 R_{PROG} ，用于设置电池充电电流。电池充电电流按下式来设置：

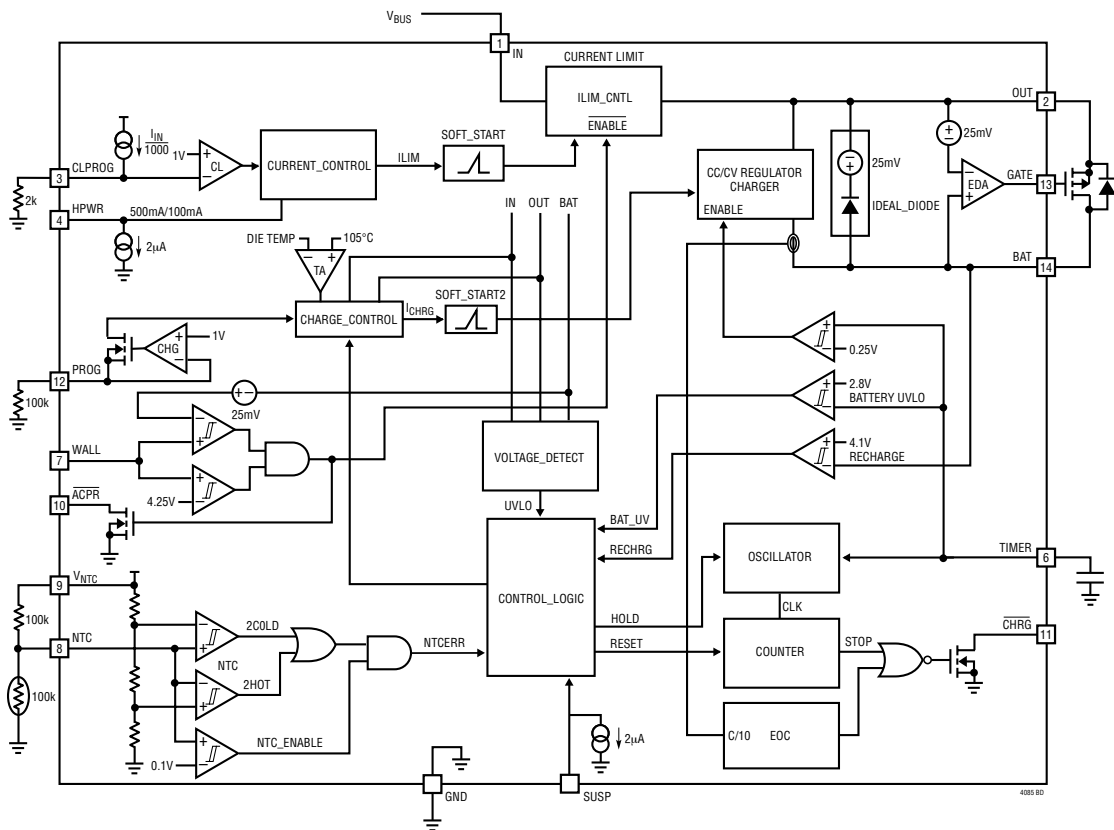
$$I_{\text{CHG}}(\text{A}) = \frac{50,000\text{V}}{R_{\text{PROG}}}$$

GATE (引脚 13) : 外部理想二极管选通引脚。该引脚可被用来驱动一个连接在 BAT 和 OUT 之间的任选外部 PFET 的栅极。这样做可以减小 BAT 和 OUT 之间的理想二极管阻抗。不用时，应将该引脚浮置。应在该引脚上维持一个高阻抗并实现所有漏电路径的最小化，这一点很重要。

BAT (引脚 14) : 连接至单节锂离子电池。该引脚被用作一个输出 (当对电池进行充电时) 和一个输入 (当向 OUT 供电时)。当 OUT 引脚电位降至 BAT 引脚电位以下时，一个理想二极管功能元件把 BAT 连接至 OUT，并阻止 V_{OUT} 降至明显低于 V_{BAT} 的电压值。一个精准的内部电阻分压器负责设定该引脚上的最终浮动 (充电) 电位。当 IN 和 OUT 处于欠压闭锁状态时，该内部电阻分压器将被断接。

裸露衬垫 (引脚 15) : 地。该裸露封装衬垫是地，且必须焊接至 PC 板，以实现正确的功能和最大的传热量。

方框图



工作原理

LTC4085 是一款面向电池供电 USB 应用的完整 PowerPath 控制器。LTC4085 专为从 USB 电源、交流适配器或电池接收功率而设计。这样，它就能够向一个与 OUT 相连的应用电路和一个与 BAT 引脚相连的电池输送功率(假设接入了一个除电池以外的外部电源)。具有有限电流资源的电源(比如 USB V_{BUS} 电源)应连接至具有一个可设置电流限值的 IN 引脚。将对电池充电电流进行调节，以确保充电电流与负载电流之和不超过编程输入电流限值。

当输出/负载电流超过输入电流限值或输入电源被拿掉时，一个理想二极管功能元件将从电池来提供功率。通过理想二极管(而不是把负载直接与电池相连)来向负载供电的做法可使一个充满电电池在外部电源被拿掉之前保持充满电状态。一旦外部电源被移除，则输出下降，直到理想二极管被施加了正向偏压为止。被施加了正向偏压的理想二极管随后将从电池来为负载提供输出功率。

而且，从 OUT 引脚(而不是直接从电池)来给开关稳压器负载供电将导致电池充电时间的缩短。这是由于“开关稳压器通常需要恒定输入功率”这一事实所致。当从 OUT 引脚电压(而不是较低的 BAT 引脚电压)来吸取该功率时，开关稳压器所消耗的电流较低，从而为电池充电提供了更多的可用电流。

LTC4085 还能够从交流适配器来接收功率。交流适配器电源可通过一个外部器件(例如：功率肖特基二极管或 FET)与 LTC4085 的输出(负载侧)相连，如图 1 所示。LTC4085 的独特能力是：可采用由交流适配器供电的输出作为一条路径，用于在向负载输送功率的同时对电池进行充电。可对 LTC4085 上的一个交流适配器比较器进行配置，以检测交流适配器的接入并切断与 USB 的连接，从而防止至 USB 总线的反向传导。

工作原理

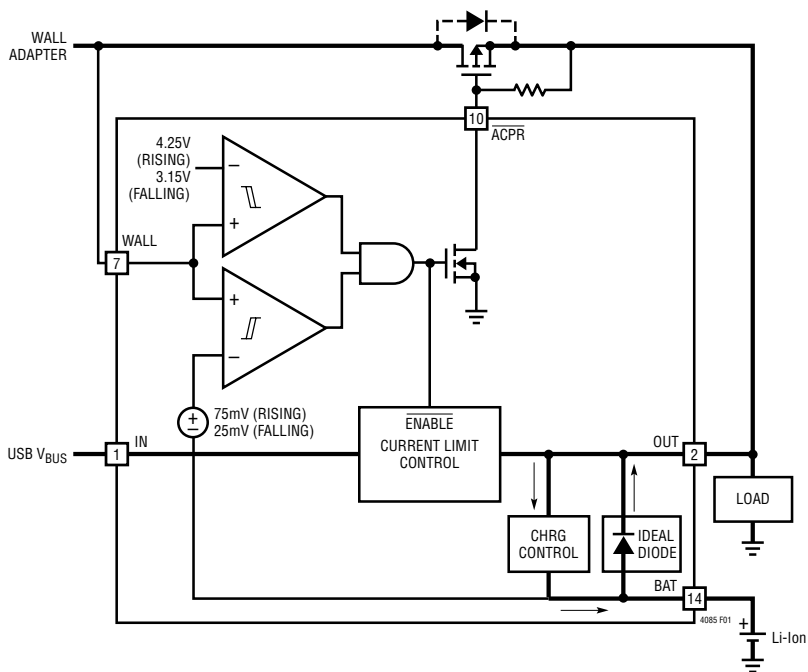


图1：简化方框图 —— PowerPath

工作原理

表 1：操作模式——PowerPath 状态
电流限制输入电源 (IN 至 OUT)

交流电源接入	暂停	$V_{IN} > 3.8V$	$V_{IN} > (V_{OUT} + 100mV)$	$V_{IN} > (V_{BAT} + 100mV)$	电流限制电路被使能
Y	X	X	X	X	N
X	Y	X	X	X	N
X	X	N	X	X	N
X	X	X	N	X	N
X	X	X	X	N	N
N	N	Y	Y	Y	N

电池充电器 (OUT 至 BAT)

交流电源接入	暂停	$V_{OUT} > 4.35V$	$V_{OUT} > (V_{BAT} + 100mV)$	充电器被使能
X	X	N	X	N
X	X	X	N	N
X	X	Y	Y	Y

理想二极管 (BAT 至 OUT)

交流电源接入	暂停	V_{IN}	$V_{BAT} > V_{OUT}$	$V_{BAT} > 2.8V$	二极管被使能
X	X	X	X	N	N
X	X	X	N	X	N
X	X	X	Y	Y	Y

操作模式——引脚电流与编程电流的关系 (从 IN 来供电)

编程	输出电流	电池电流	输入电流
$I_{CL} = I_{CHG}$	$I_{OUT} < I_{CL}$ $I_{OUT} = I_{CL} = I_{CHG}$ $I_{OUT} > I_{CL}$	$I_{BAT} = I_{CL} - I_{OUT}$ $I_{BAT} = 0$ $I_{BAT} = I_{CL} - I_{OUT}$	$I_{IN} = I_Q + I_{CL}$ $I_{IN} = I_Q + I_{CL}$ $I_{IN} = I_Q + I_{CL}$
$I_{CL} > I_{CHG}$	$I_{OUT} < (I_{CL} - I_{CHG})$ $I_{OUT} > (I_{CL} - I_{CHG})$ $I_{OUT} = I_{CL}$ $I_{OUT} > I_{CL}$	$I_{BAT} = I_{CHG}$ $I_{BAT} = I_{CL} - I_{OUT}$ $I_{BAT} = 0$ $I_{BAT} = I_{CL} - I_{OUT}$	$I_{IN} = I_Q + I_{CHG} + I_{OUT}$ $I_{IN} = I_Q + I_{CL}$ $I_{IN} = I_Q + I_{CL}$ $I_{IN} = I_Q + I_{CL}$
$I_{CL} < I_{CHG}$	$I_{OUT} < I_{CL}$ $I_{OUT} > I_{CL}$	$I_{BAT} = I_{CL} - I_{OUT}$ $I_{BAT} = I_{CL} - I_{OUT}$	$I_{IN} = I_Q + I_{CL}$ $I_{IN} = I_Q + I_{CL}$

工作原理

USB 电流限制和充电电流控制

LTC4085 的电流限制和充电器控制电路是专为限制输入电流并控制与 I_{OUT} 函数关系的电池充电电流而设计的。编程电流限值 I_{CL} 被定义为：

$$I_{CL} = \left(\frac{1000}{R_{CLPROG}} \cdot V_{CLPROG} \right) = \frac{1000V}{R_{CLPROG}}$$

编程电池充电电流 I_{CHG} 被定义为：

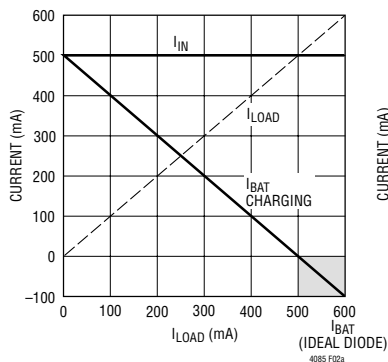
$$I_{CHG} = \left(\frac{50,000}{R_{PROG}} \cdot V_{PROG} \right) = \frac{50,000V}{R_{PROG}}$$

输入电流 I_{IN} 等于 BAT 引脚输出电流与 OUT 引脚输出电流之和：

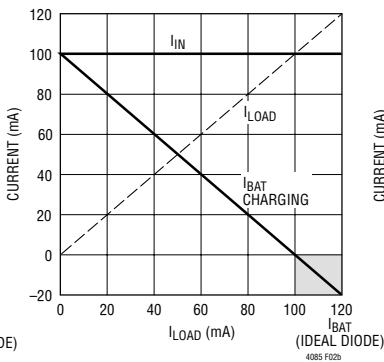
$$I_{IN} = I_{OUT} + I_{BAT}$$

对于 USB 应用，能够（而且应该）对 LTC4085 的电流限制电路进行配置，以把电流限制为 500mA（可采用 HPWR 引脚来选择并采用 CLPROG 引脚来设置）。

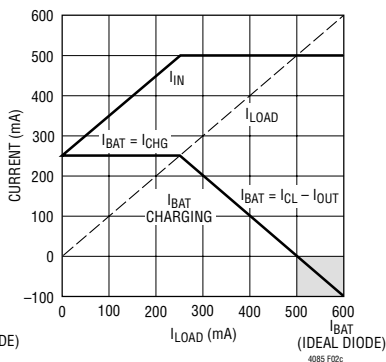
LTC4085 可减小电池充电电流，以使电池充电电流与负载电流之和不超过编程输入电流限值（当 HPWR 引脚为低电平时，电池充电电流被减小至编程输入电流限值的 1/5，见图 2）。当负载电流超过编程输入电流限值时，电池充电电流变至零（当 HPWR 引脚为低电平时，电池充电电流被减小至编程输入电流限值的 1/5）。如果负载电流大于电流限值，则输出电压将降至刚好低于电池电压的数值，此时，理想二极管电路将接入，多余的负载电流将从电池来吸收。



(2a) 高功率模式/充满电
 $R_{PROG} = 100k$ 和 $R_{CLPROG} = 2k$



(2b) 低功率模式/充满电
 $R_{PROG} = 100k$ 和 $R_{CLPROG} = 2k$



(2c) 高功率模式
 $I_{CL} = 500mA$ 和 $I_{CHG} = 250mA$
 $R_{PROG} = 100k$ 和 $R_{CLPROG} = 2k$

图 2：输入和电池电流与负载电流的函数关系

工作原理

设置电流限值

输入电流限值的计算公式为：

$$I_{CL} = \left(\frac{1000}{R_{CLPROG}} \cdot V_{CLPROG} \right) = \frac{1000V}{R_{CLPROG}}$$

式中的 V_{CLPROG} 为 CLPROG 引脚电压， R_{CLPROG} 为从 CLPROG 引脚至地的总电阻。

例如，如果需要 500mA 的典型电流限值，则计算：

$$R_{CLPROG} = \frac{1V}{500mA} \cdot 1000 = 2k$$

在 USB 应用中， R_{CLPROG} 的最小值应为 2.1k。由于 LTC4085 容限和静态电流的原因，这将防止应用电流超过 500mA。一个 2.1k CLPROG 电阻器将在高功率模式中 (HPWR=1) 提供一个 476mA 的典型电流限值，或在低功率模式中 (HPWR=0) 提供一个 95mA 的典型电流限值。

V_{CLPROG} 将跟踪输入电流，依据的公式如下：

$$I_{IN} = \frac{V_{CLPROG}}{R_{CLPROG}} \cdot 1000$$

为了获得最佳的温度和时间稳定性，建议采用 1% 精度的金属薄膜电阻器。

从 BAT 连接至 OUT 的理想二极管

LTC4085 具有内部理想二极管和用于可选外部理想二极管的控制器。如果电池是唯一可用的电源、或者负载电流超过了编程输入电流限值，则电池将通过位于 BAT 和 OUT 引脚之间的理想二极管电路自动地向负载输送功率。理想二极管电路 (以及建议在 OUT 引脚上使用的 4.7 μ F 电容器) 使得 LTC4085 能够在无需采用大型电容器的情况下处理大瞬变负载以及交流适配器或 USB V_{BUS} 连接/断接模式。

理想二极管的响应时间仅为几个微秒，并可防止 OUT 引脚电压降至明显低于 BAT 引脚电压的数值。该理想二极管与一个肖特基二极管的 I-V 曲线比较结果示于图 3。

如果输入电流增加至编程输入电流限值以上，则额外的电流将通过内部理想二极管从电池吸收。此外，如果至 IN (USB V_{BUS}) 或 OUT (外部交流适配器) 的电源被拿掉，则所有的应用功率都将通过理想二极管由电池来提供。为了防止从输入电源至电池电源的切换导致输出电压发生显著下降，在 OUT 引脚上采用一个 4.7 μ F 电容器就足够了。理想二极管由一个精准放大器组成，可在 OUT 电压比 BAT 电压低 20mV (V_{FWD}) 左右时使能一个大型 P 沟道 MOSFET 晶体管。内部理想二极管的电阻约为 200m Ω 。如果这足以满足应用的需要，则无需采用外部元件。然而，如果需要更大的电导，则可在 BAT 和 OUT 之间增设一个外部 PFET。LTC4085 的 GATE 引脚负责驱动 PFET 的栅极，以实现理想二极管的自动控制。外部 PFET 的源极应连接至 OUT，而漏极应连接至 BAT。为了对过流状态下的外部 PFET 保护提供帮助，其布设位置应与 LTC4085 具有紧密的热接触。

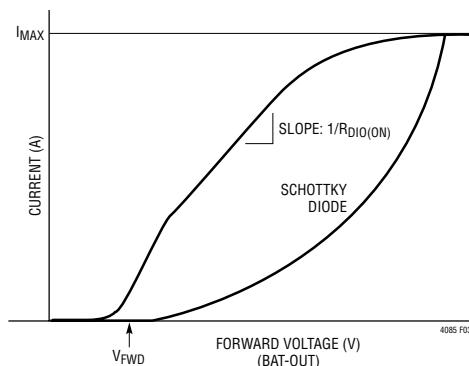


图 3：LTC4085 与肖特基二极管的正向压降比较

工作原理

电池充电器

LTC4085 的电池充电器电路专为对单节锂离子电池进行充电而设计。该充电器包括一个内部 P 沟道功率 MOSFET，采用恒定电流/恒定电压充电算法，并具有可设置电流和一个用于实现充电终止的可设置定时器。充电电流可被设置为高达 1.5A。最终浮动电压准确度为 $\pm 0.8\%$ (典型值)。当给 IN 引脚供电时，无需隔离二极管或检测电阻器。 $\overline{\text{CHRG}}$ 漏极开路状态输出一直提供有关 LTC4085 充电状态的信息。一个 NTC 输入提供了利用电池温度来进行充电适宜性判定的选项。

如果芯片温度试图超过约 105°C 的预设值，则内部热限制电路将减小编程充电电流。该功能可防止 LTC4085 出现过热，并允许用户提升给定电路板的功率处理能力极限而没有损坏 LTC4085 的风险。LTC4085 热限制功能的另一个好处是：对于一个给定应用，在保证充电器在最坏情况时自动减小电流的前提下，可根据典型 (而不是最坏情况) 环境温度来设定充电电流。

当 OUT 引脚电压升至输出 UVLO 电平以上和电池电压低于再充电门限时，充电周期开始。在 OUT 电压高于输出 UVLO 电平且比 BAT 电压高出 100mV 之前，实际上没有充电电流流动。在充电周期的起点，如果电池电压低于 2.8V，则充电器将进入涓流充电模式，以把电池电压提升到一个适于充电的安全水平。一旦 BAT 引脚上的电压升至 2.8V 以上，则充电器将进入快速充电恒定电流模式。在恒定电流模式中，充电电流由 R_{PROG} 来设定。当电池达到最

终浮动电压时，充电电流将随著 LTC4085 切换至恒定电压模式而开始减小。在恒定电压模式中，当充电电流降至编程充电电流的 10% 以下时， $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚将呈高阻抗状态。

TIMER 引脚上的一个外部电容器负责设定总的最小充电时间。当这段时间过去之后，充电周期终止，且 $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚将呈高阻抗状态 (如果它还没有这样做的话)。当在恒定电流模式中充电时，如果充电电流被热调整电路所减小或出于维持编程输入电流限值的考虑而减小，则充电时间将自动增加。换句话说，充电时间的长短与输送至电池的充电电流的大小成反比关系。对于需要准确的最终浮动电位的锂离子电池及相似电池，内部带隙基准、电压放大器 and 电阻分压器提供了准确度达 $\pm 0.8\%$ 的稳压作用。

涓流充电和失效电池检测

在充电周期的起点，如果电池电压较低 (低于 2.8V)，则充电器进入涓流充电模式，充电电流减小至全标度电流的 10%。如果这种低电池电压状态的持续时间达到了总充电时间的 1/4，则认为电池损坏，充电周期终止， $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚输出呈高阻抗状态。如果由于任何原因而导致电池电压升至约 2.8V 以上，则充电周期将被重新启动。如欲重新启动充电周期 (即：当用一个放电电池来替换失效电池时)，则只需简单地取消并再次施加输入电压或使 TIMER 引脚循环至 0V。

工作原理

设置充电电流

电池充电电流的计算公式为：

$$I_{\text{CHG}} = (I_{\text{PROG}}) \cdot 50,000 = \frac{V_{\text{PROG}}}{R_{\text{PROG}}} \cdot 50,000$$

式中的 V_{PROG} 为 PROG 引脚电压， R_{PROG} 为从 PROG 引脚至地之间的总电阻。请牢记，当 LTC4085 从 IN 引脚来供电时，编程输入电流限值的优先级将高于充电电流。在这样一种情形下，充电电流不能超过编程输入电流限值。

例如，如果需要 500mA 的典型充电电流，则计算：

$$R_{\text{PROG}} = \left(\frac{1\text{V}}{500\text{mA}} \right) \cdot 50,000 = 100\text{k}$$

为了实现最佳的温度和时间稳定性，建议采用 1% 精度的金属薄膜电阻器。在涓流充电条件下，该电流被减小至全标度值的 10%。

充电定时器

可设置充电定时器用于终止充电周期。定时器工作时间由 TIMER 引脚上的一个外部电容器来设置。充电时间通常为：

$$t_{\text{TIMER}}(\text{小时}) = \frac{C_{\text{TIMER}} \cdot R_{\text{PROG}} \cdot 3\text{小时}}{0.1\mu\text{F} \cdot 100\text{k}}$$

当施加了一个高于欠压闭锁门限电平的输入电压或当器件被置于停机状态且电池电压低于再充电门限时，定时器将起动。在上电或退出停机模式时，如果电池电压低于再充电门限，则充电时间将是一个完整的充电周期。如果电池电压高于再充电门限，则定时器将不起动，充电操作将被阻止。如果在上电之后电池电压降至再充电门限以下，或者在一个充电周期之后电池电压仍低于再充电门限，则充电时间将被设定为一个完整充电周期的 1/2。

LTC4085 具有一种自动延长充电时间的功能。如果恒定电流模式中的充电电流由于负载电流或热调整的原因而被减小，则充电时间将延长。充电时间的这种变化与充电电流的变化成反比。当 LTC4085 接近恒定电压模式时，充电电流开始下降。充电电流的这种变化源于正常的充电操作，且不会影响定时器工作时间。

一旦出现定时器超时且电池电压高于再充电门限，则充电电流被阻断，而且 CHRG 输出将呈高阻抗状态(如果它尚未这样做的话)。

把 TIMER 引脚连接至地将停用电池充电器。

工作原理

CHRG 状态输出引脚

当充电周期启动时，由一个具备 LED 驱动能力的内部 N 沟道 MOSFET 把 CHRG 引脚拉至地。当充电电流在恒定电压模式中降至编程满充电电流的 10% 以下时，该引脚将呈高阻抗状态(但充电电流将继续流动，直到充电时间过去为止)。如果在可设置充电时间结束之前未达到该状态，则该引脚将在出现定时器超时的时候呈高阻抗状态。CHRG 电流检测门限可由下式计算：

$$I_{\text{DETECT}} = \frac{0.1V}{R_{\text{PROG}}} \cdot 50,000 = \frac{5000V}{R_{\text{PROG}}}$$

例如：如果利用一个 100k PROG 电阻器把满充电电流设置为 500mA，则 CHRG 引脚将在电池充电电流为 50mA 的情况下改变状态。

注：负责监视充电电流的充电结束 (EOC) 比较器将锁存其判定。于是，当充电电流在恒定电压模式中首次降至编程满充电电流的 10% 以下时，它将使 CHRG 引脚变换至一个高阻抗状态。如果充电电流由于某种原因回升至再充电门限以上，则 CHRG 引脚将不恢复强下拉状态。可利用一个再充电周期(即：V_{BAT} 降至再充电门限以下)或对器件的输入电源进行变换来使 EOC 锁存器复位。

电流限制欠压闭锁

一个内部欠压闭锁电路负责监视输入电压，并在 V_{IN} 升至欠压闭锁门限以上之前停用输入电流限制电路。电流限制 UVLO 电路具有一个 125mV 的内置迟滞。此外，为了防止功率 MOSFET 中的反向电流，电流限制 UVLO 电路将在 V_{OUT} 超过 V_{IN} 时停用电流限制功能(即：强制输入电源路径至一个高阻抗状态)。如果电流限制 UVLO 比较器发生跳变，则电流限制电路将不会退出停机状态，直到 V_{OUT} 降至比 V_{IN} 电压低 50mV 为止。

充电器欠压闭锁

一个内部欠压闭锁电路负责监视 V_{OUT} 电压，并

在 V_{OUT} 升至欠压闭锁门限以上之前停用电池充电器电路。电池充电器 UVLO 电路具有一个 125mV 的内置迟滞。此外，为了防止功率 MOSFET 中的反向电流，充电器 UVLO 电路将在 V_{BAT} 超过 V_{OUT} 时把充电器保持在停机状态。如果充电器 UVLO 比较器发生跳变，则充电器电路将不会退出停机状态，直到 V_{OUT} 比 V_{BAT} 高出 50mV 为止。

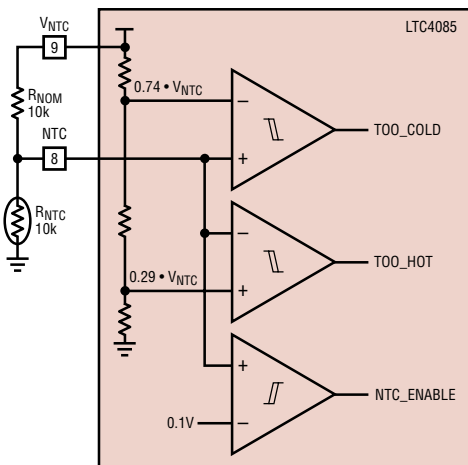
暂停

可通过强制 SUSP 引脚电压高于 1V 来把 LTC4085 置于暂停模式。在暂停模式中，连接在 BAT 和 OUT 之间的理想二极管功能元件被保持于运行状态。如果从外部给 OUT 引脚加电(即：接入了一个交流适配器)，则充电操作将不会受到影响。从 IN 引脚吸收的电流被减小至 50μA。暂停模式预定遵守具有相同名称的 USB 电源规范模式。

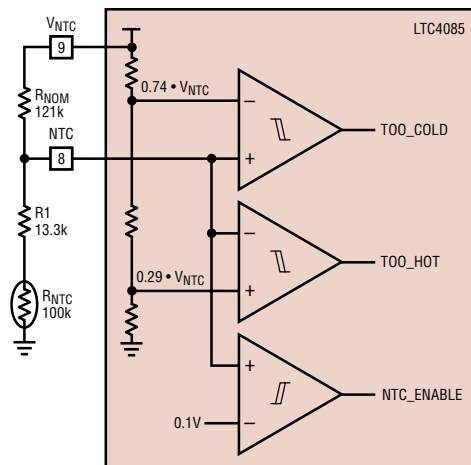
NTC 热敏电阻

电池温度是通过在靠近电池组的地方布设一个负温度系数 (NTC) 热敏电阻来测量的。NTC 电路示于图 4。为了使用该功能，需把 NTC 热敏电阻 (R_{NTC}) 连接在 NTC 引脚和地之间，并将电阻器 (R_{NOM}) 连接在 NTC 引脚和 V_{NTC} 之间。R_{NOM} 应是一个精度为 1% 的电阻器，其阻值与所选择的 NTC 热敏电阻在 25°C 温度条件下的阻值相等(对于 Vishay NTHS0603N02N1002J 热敏电阻，该阻值为 10k)。当 NTC 热敏电阻的电阻值 R_{HOT} 降至 R_{NOM} 阻值的 0.41 倍(即 4.1k 左右，这应该是 50°C 温度条件下的阻值)时，LTC4085 进入保持模式。保持模式将冻结定时器，并停止充电周期，直到热敏电阻指示温度已恢复至有效范围为止。随著温度的下降，NTC 热敏电阻的电阻值上升。NTC 被设计为在 NTC 热敏电阻的阻值增加至 R_{NOM} 阻值的 2.82 倍时进入保持模式。该电阻为 R_{COLD}。对于 Vishay NTHS0603N02N1002J 热敏电阻，该阻值为 28.2k，大约对应于 0°C。热比较器和冷比较器均具有约 3°C 的迟滞，以防止在跳变点附近产生振荡。把 NTC 引脚接地可停用 NTC 功能。

应用信息



(4a)



(4b)

图 4 : NTC 电路

热敏电阻

LTC4085 的 NTC 跳变点是专为与那些电阻-温度特性遵循 Vishay Dale 的“R-T 曲线 2”的热敏电阻一道工作而设计的。Vishay 公司的 NTHS0603N02N1002J 即为此类热敏电阻的一个实例。然而，Vishay Dale 拥有许多符合“R-T 曲线 2”特性的热敏电阻产品，尺寸规格也多种多样。而且，任何 R_{COLD} 与 R_{HOT} 之比在 7.0 左右的热敏电阻也都可以使用 (Vishay Dale 的 R-T 曲线 2 给出的 R_{COLD} 与 R_{HOT} 之比为 $2.815/0.4086 = 6.89$)。

对功耗特别在意的设计有可能希望采用室温阻值大于 10k 的热敏电阻。Vishay Dale 公司拥有多款遵循“R-T 曲线 2”、阻值范围为 10k 至 100k 的热敏电阻。按“NTC 热敏电阻”部分简要说明的那样使用这些阻值将提供约 3°C 和 47°C 的温度跳变点 (增量为 44°C)。可通过改变 R_{NOM} 的数值 (相对于 R_{NTC}) 来使该温度增量在任一方向上移动。增加 R_{NOM} 将使两个跳变点均移动至较低的温度。同样， R_{NOM} 的减小 (相对于 R_{NTC}) 将使跳变点移动至较高的温度。如需计算使跳变点向低温方向移动的 R_{NOM} ，可采用下式：

$$R_{NOM} = \frac{R_{COLD}}{2.815} \cdot R_{NTC} \text{ (在 } 25^{\circ}\text{C)}$$

式中的 R_{COLD} 是在期望的低温跳变点上的 R_{NTC} 的电阻比。如果您想把跳变点移动至较高的温度，则可采用下式：

$$R_{NOM} = \frac{R_{HOT}}{0.4086} \cdot R_{NTC} \text{ (在 } 25^{\circ}\text{C)}$$

式中的 R_{HOT} 是在期望的高温跳变点上的 R_{NTC} 的电阻比。

这里举一个采用 Vishay Dale 公司的 100k “R-T 曲线 1”热敏电阻的例子。由前文可知，跳变点之间的差异为 44°C，而且期望的冷跳变点为 0°C，这将把热跳变点置于 44°C。所需的 R_{NOM} 由下式计算：

$$\begin{aligned} R_{NOM} &= \frac{R_{CLOD}}{2.815} \cdot R_{NTC} \text{ (在 } 25^{\circ}\text{C)} \\ &= \frac{3.266}{2.815} \cdot 100\text{k} = 116\text{k} \end{aligned}$$

应用信息

最接近的 1% 精度 R_{NOM} 值为 115k。这是用来对 NTC 热敏电阻进行偏置以分别获得约 0°C 和 44°C 的冷、热跳变点的阻值。如欲扩展冷热跳变点之间的增量，可增设一个与 R_{NTC} 串联的电阻器 R_1 (见图 4b)。电阻器的阻值按照下面的公式来计算：

$$R_{NOM} = \frac{R_{COLD} - R_{HOT}}{2.815 - 0.4086}$$

$$R_1 = \left(\frac{0.4086}{2.815 - 0.4086} \right) \cdot (R_{COLD} - R_{HOT}) - R_{HOT}$$

式中的 R_{NOM} 为偏置电阻器的阻值， R_{HOT} 和 R_{COLD} 为期望温度跳变点上的 R_{NTC} 阻值。在期望热跳变点为 50°C 的情况下继续考虑前文所述的例子：

$$R_{NOM} = \frac{R_{COLD} - R_{HOT}}{2.815 - 0.4086} = \frac{100k \cdot (3.266 - 0.3602)}{2.815 - 0.4086}$$

$$= 120.8k, 121k \text{ 是最接近的 1% 精度阻值。}$$

$$R_1 = 100k \cdot \left[\left(\frac{0.4086}{2.815 - 0.4086} \right) \cdot (3.266 - 0.3602) - 0.3602 \right]$$

$$= 13.3k, 13.3k \text{ 是最接近的 1% 精度阻值。}$$

最终的解决方案如图 4b 所示，其中： $R_{NOM} = 121k$ ， $R_1 = 13.3k$ 和 $R_{NTC} = 100k$ (25°C 时的阻值)。

采用 WALL 引脚来检测交流适配器的接入

WALL 输入引脚可识别交流适配器的接入 (应把该引脚直接连接至适配器输出电压)。该信息被用来使输入引脚 IN 与 OUT 引脚断接，旨在防止至任何有可能与输入相连的元件的反向导通。当 WALL 引脚上的电压超过输入门限时，它还将强制 \overline{ACPR} 引脚为低电平。为了确认交流适配器的接入，必须同时满足以下两个条件：

1. WALL 引脚电压超过 V_{WAR} (约 4.25V)；和
2. WALL 引脚电压超过 V_{WDR} (比 V_{BAT} 高 75mV 左右)

当满足了以下任一个条件时，输入电源路径 (位于 IN 和 OUT 之间) 将被重新使能且 \overline{ACPR} 呈高阻抗状态：

1. WALL 引脚电压降至 V_{WDF} (比 V_{BAT} 高 25mV 左右) 以下；或
2. WALL 引脚电压降至 V_{WAF} (约 3.12V) 以下

对这些门限均应及时地进行适当的滤波，以防止 WALL 引脚上的瞬态干扰错误地触发一个事件。

功耗

导致 LTC4085 通过热保护反馈来减小充电电流的条件可通过器件中的功率损耗来近似估算。对于高充电电流和 V_{OUT} 上施加了一个交流适配器的场合，LTC4085 的功耗约为：

$$P_D = (V_{OUT} - V_{BAT}) \cdot I_{BAT}$$

式中的 P_D 为耗散的功率， V_{OUT} 为电源电压， V_{BAT} 为电池电压， I_{BAT} 为电池充电电流。由于 LTC4085 将自动减小充电电流 (旨在把芯片温度维持于约 105°C)，因此无需针对任何最坏情况功耗情形进行设计。然而，当热反馈开始对 IC 提供保护时，环境温度近似为：

$$T_A = 105^\circ\text{C} - P_D \cdot \theta_{JA}$$

$$T_A = 105^\circ\text{C} - (V_{OUT} - V_{BAT}) \cdot I_{BAT} \cdot \theta_{JA}$$

应用信息

实例：通过一个从 V_{OUT} 上的 5V 交流适配器获得工作电源的 LTC4085 向一个 3V 锂离子电池提供 0.8A 电流。当 LTC4085 开始减小 0.8A 的充电电流时，环境温度近似为：

$$T_A = 105^{\circ}\text{C} - (5\text{V} - 3\text{V}) \cdot 0.8\text{A} \cdot 37^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

$$T_A = 105^{\circ}\text{C} - 1.6\text{W} \cdot 37^{\circ}\text{C}/\text{W} = 105^{\circ}\text{C} - 59^{\circ}\text{C} = 46^{\circ}\text{C}$$

LTC4085 可在 46°C 以上的环境温度条件下使用，但充电电流将被减小至 0.8A 以下。对于一个给定的环境温度，充电电流可由下式近似求出：

$$I_{\text{BAT}} = \frac{105^{\circ}\text{C} - T_A}{(V_{\text{OUT}} - V_{\text{BAT}}) \cdot \theta_{\text{JA}}}$$

再以 55°C 的环境温度来考虑上面的例子。充电电流将被大约减小至：

$$I_{\text{BAT}} = \frac{105^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}}{(5\text{V} - 3\text{V}) \cdot 37^{\circ}\text{C}/\text{W}} = \frac{50^{\circ}\text{C}}{74^{\circ}\text{C}/\text{A}} = 0.675\text{A}$$

电路板布局考虑

为了在所有的条件下都能提供最大的充电电流，把 LTC4085 封装背面的裸露衬垫焊接至电路板是至关重要的。如能正确地焊接至一块 2500mm^2 的

双面 1 盎司敷铜板，则 LTC4085 会具有约 $37^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 的热阻。如果在封装背面的裸露衬垫与敷铜板之间没有热接触，则将导致热阻远远大于 $37^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。例如，一个正确焊接的 LTC4085 能在室温条件下从一个 5V 电源向电池输送 1A 以上的电流。而在没有良好的背面热连接的情况下，这一数值有可能降至 500mA 以下。

V_{IN} 和交流适配器旁路电容器

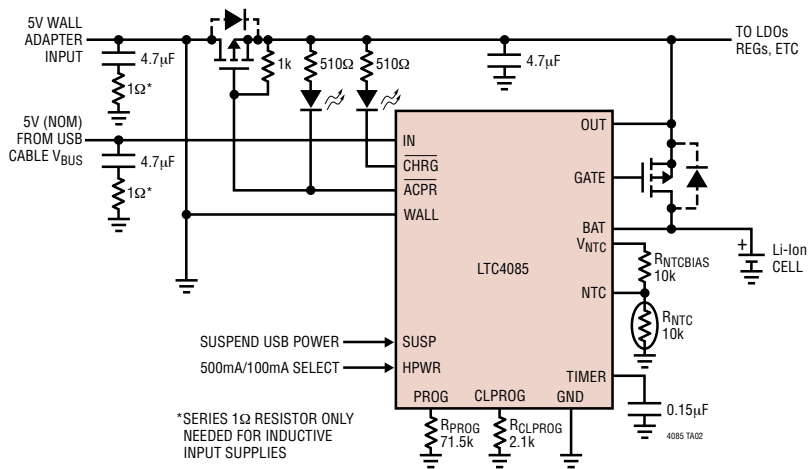
输入旁路可以使用多种类型的电容器，然而，在采用多层陶瓷电容器时必须谨慎。由于有些类型的陶瓷电容器具有自谐振和高 Q 值的特点，因此，在某些启动条件下（比如将充电器输入与一个工作中的电源相连）有可能产生高的电压瞬变。如需了解更多信息，请参阅应用指南 88 (Application Note 88)。

稳定性

当与电池相连时，恒定电压模式反馈环路可在未采用任何补偿的情况下保持稳定。然而，当电池断接时，建议在 BAT 引脚上布设一个 $4.7\mu\text{F}$ 电容器和一个与 GND 相连的 1Ω 串联电阻器，以抑制纹波电压。

典型应用

具有交流适配器输入的 USB 功率控制应用



相关器件

器件型号	描述	备注
电池充电器		
LTC1733	单片式锂离子电池线性充电器	具有可设置定时器的独立型充电器，高达 1.5A 的充电电流
LTC1734	采用 ThinSOT™ 封装的锂离子电池线性充电器	采用 ThinSOT 封装的简单充电器，无隔离二极管，无需检测电阻器
LTC1734L	采用 ThinSOT 封装的锂离子电池线性充电器	LTC1734 的低电流版本： $50\text{mA} \leq I_{\text{CHRG}} \leq 180\text{mA}$
LTC4002	开关模式锂离子电池充电器	独立型， $4.7\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 24\text{V}$ ，500kHz 频率，3 小时充电终止
LTC4052	单片式锂离子电池脉冲充电器	无需隔离二极管或外部功率 FET，充电电流 $\leq 1.5\text{A}$
LTC4053	与 USB 兼容的单片式锂离子电池充电器	具有可设置定时器的独立型充电器，充电电流高达 1.25A
LTC4054	采用 ThinSOT 封装并具有集成调整晶体管的独立型线性锂离子电池充电器	热调整功能具有过热保护作用，C/10 终止，C/10 指示器，充电电流高达 800mA
LTC4057	线性锂离子电池充电器	充电电流高达 800mA，具热调整功能，ThinSOT 封装
LTC4058	采用 DFN 封装的独立型 950mA 锂离子电池充电器	C/10 充电终止，电池开尔文 (Kelvin) 检测， $\pm 7\%$ 充电准确度
LTC4059	900mA 线性锂离子电池充电器	2mm × 2mm DFN 封装，具热调整功能，充电电流监视器输出
LTC4065/ LTC4065A	采用 2 × 2 DFN 封装的独立型锂离子电池充电器	4.2V， $\pm 0.6\%$ 浮动电压，高达 750mA 的充电电流，2mm × 2mm DFN 封装，“A” 器件版本具有 ACPR 功能
LTC4411/ LTC4412	采用 ThinSOT 封装的低损耗 PowerPath 控制器	DC 电源之间的自动切换，负载均分，替代“或”二极管
电源管理		
LTC3405/ LTC3405A	300mA (I_{OUT})，1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率为 95%， $V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$ 至 6V， $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$ ， $I_{\text{Q}} = 20\mu\text{A}$ ， $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ ，ThinSOT 封装
LTC3406/ LTC3406A	600mA (I_{OUT})，1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率为 95%， $V_{\text{IN}} = 2.5\text{V}$ 至 5.5V， $V_{\text{OUT}} = 0.6\text{V}$ ， $I_{\text{Q}} = 20\mu\text{A}$ ， $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ ，ThinSOT 封装
LTC3411	1.25A (I_{OUT})，4MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率为 95%， $V_{\text{IN}} = 2.5\text{V}$ 至 5.5V， $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$ ， $I_{\text{Q}} = 60\mu\text{A}$ ， $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ ，MS10 封装
LTC3440	600mA (I_{OUT})，2MHz 同步降压-升压型 DC/DC 转换器	效率为 95%， $V_{\text{IN}} = 2.5\text{V}$ 至 5.5V， $V_{\text{OUT}} = 2.5\text{V}$ ， $I_{\text{Q}} = 25\mu\text{A}$ ， $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ ，MS 封装
LTC3455	具有 USB 电源管理器和锂离子电池充电器的双通道 DC/DC 转换器	电源之间的无缝切换：USB，交流适配器和电池；效率达 95% 的 DC/DC 转换
LTC4055	USB 功率控制器和电池充电器	可直接从一个 USB 端口对单节锂离子电池进行充电，具热调整功能，200mΩ 理想二极管，4mm × 4mm QFN16 封装
LTC4066	USB 功率控制器和电池充电器	可直接从一个 USB 端口对单节锂离子电池进行充电，具热调整功能，50mΩ 理想二极管，4mm × 4mm QFN24 封装

ThinSOT 是凌力尔特公司的商标。