

具有USB电源管理器和 锂离子电池充电器的 双DC/DC转换器

特 点


- 可在以下输入电源之间实现无缝切换：
锂离子电池、USB 和 5V 交流适配器
- 准确的 USB 电流限制 (500mA/100mA)
- 两个节效 DC/DC 转换器：效率高达 96%
- 热调节功能可在无过热危险的情况下实现电池充电速率的最大化*
- 全功能锂离子电池充电器
- 用于 SDIO 和存储卡的热插拔 (Hot Swap™) 输出
- 引脚可选的突发模式 (Burst Mode™) 操作
- 输出断接：在停机期间所有输出均放电至地电位
- 采用外形尺寸为 4mm×4mm×0.8mm 的 24 引脚 QFN 封装

应 用

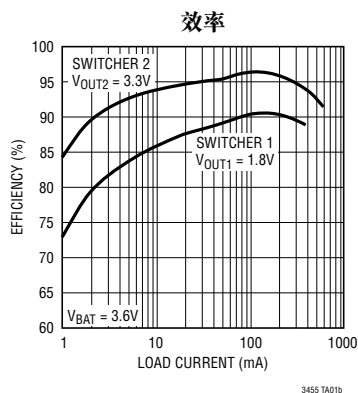
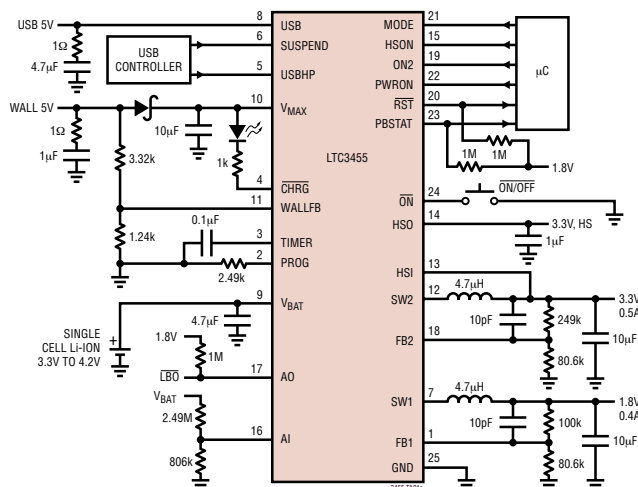
- 手持式电脑
- 数码相机
- MP3 播放机

描 述

LTC®3455 是不同便携式应用的一个完整电源管理解决方案。该器件包含两个同步降压型 DC/DC 转换器、一个 USB 功率控制器、一个全功能锂离子电池充电器、一个热插拔、一个低电池电量指示器以及众多的内部保护功能。LTC3455 提供了从三种不同的电源 (单节锂离子电池、USB 端口和交流适配器) 获取功率的一款外形小巧、结构简单的解决方案。在所有的条件下, 从 USB 总线吸收的电流均受到精确的限制。当接入 USB 电源或交流适配器时, 电池充电器被使能, 而且器件所需的全部内部功率均取自合适的外部电源。在停机模式中, 所有的输出均被放电至地, 以提供完全的输出断接。该器件采用 4mm×4mm 的 24 引脚裸露衬垫 QFN 封装。

、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。
 Hot Swap 是凌特公司的商标。
 Burst Mode 是凌特公司的注册商标。
 * 美国专利第 6,522,118 号

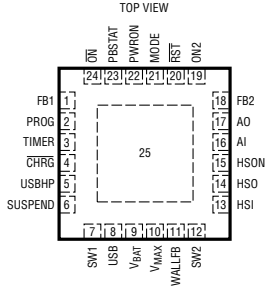
典型应用



绝对最大额定值 (注1)

V _{BAT} , V _{MAX} , USB 电压	-0.3V 至 6V
SW1, SW2 电压	-0.3V 至 (V _{MAX} + 0.3V)
TIMER 电压	-0.3V 至 (V _{MAX} + 0.3V)
PWRON, $\overline{\text{ON}}$, ON2, HSON 电压	-0.3V 至 6V
PBSTAT, $\overline{\text{RST}}$, $\overline{\text{CHRG}}$, AO 电压	-0.3V 至 6V
HSI, HSO 电压	-0.3V 至 6V
MODE, USBHP, SUSPEND 电压	-0.3V 至 6V
WALLFB, AI, PROG 电压	-0.3V 至 2V
FB1, FB2 电压	-0.3V 至 2V
结温	125°C
工作温度范围 (注 2)	-40°C 至 85°C
贮存温度范围	-65°C 至 125°C

封装/订购信息

 <p>TOP VIEW</p> <p>24-LEAD (4mm x 4mm) PLASTIC QFN</p> <p>T_{JMAX} = 125°C, θ_{JA} = 36°C/W, θ_{JC} = 2.5°C/W</p> <p>EXPOSED PAD (PIN 25) IS GND</p> <p>MUST BE SOLDERED TO PCB</p>	产品型号
	LTC3455 EUF
	UF 器件标记
3455	

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌特公司。

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°C。V_{BAT} = 3.6V，V_{MAX} = 3.6V，V_{PWRON} = 2V，V_{ON} 开路，V_{ON2} = 0V，V_{USB} = 0V，V_{WALLFB} = 0V，除非特别注明。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电池欠压闭锁电压	V _{BAT} 引脚电压上升	2.9	3.0	3.2	V
电池欠压闭锁迟滞			450		mV
V _{BAT} 引脚静态电流 (注 3)					
突发模式，采用电池供电	V _{ON2} = V _{MODE} = 1V，未进行开关操作		110	160	μA
PWM 模式，采用电池供电	V _{ON2} = 1V，V _{MODE} = 0V，未进行开关操作		500	800	μA
采用 USB 供电	V _{USB} = 5V，充电器关断		10	20	μA
采用交流电源供电	V _{WALL} = 1.5V，V _{MAX} = 4.5V，充电器关断		10	20	μA
停机	V _{PWRON} = 0V，V _{MAX} = 0V		2	4	μA
ON 引脚门限			0.8	1.0	V
PWRON 引脚门限			0.8	1.0	V
ON2 引脚门限			0.8	1.0	V
MODE 引脚门限			0.8	1.0	V
WALLFB 引脚门限电压	WALLFB 引脚电压上升	● 1.20	1.23	1.26	V
WALLFB 引脚迟滞			60		mV
$\overline{\text{ON}}$ 引脚上拉电流	V _{ON} = 1V		2.5		μA
PWRON 引脚下拉电流	V _{PWRON} = 1V		2.5		μA
ON2 引脚下拉电流	V _{ON2} = 1V		2.5		μA
MODE 引脚上拉电流	V _{MODE} = 1V		2.5		μA
WALLFB 引脚输入偏置电流	V _{WALLFB} = 1.35V	● ±1	±30		nA
PBSTAT 引脚低电压	V _{ON} = 0V，I _{PBSTAT} = 100μA		0.02	0.10	V
	V _{ON} = 0V，I _{PBSTAT} = 1mA		0.20	0.35	V
$\overline{\text{RST}}$ 引脚低电压	I _{RST} = 100μA		0.02	0.10	V
	I _{RST} = 1mA		0.20	0.35	V
$\overline{\text{RST}}$ 脉冲时期	在 FB1 和 FB2 处于调节状态之后		200		ms

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{BAT} = 3.6\text{V}$ ， $V_{MAX} = 3.6\text{V}$ ， $V_{PWRON} = 2\text{V}$ ， V_{ON} 开路， $V_{ON2} = 0\text{V}$ ， $V_{USB} = 0\text{V}$ ， $V_{WALLFB} = 0\text{V}$ ，除非特别注明。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电池-V_{MAX} PMOS					
V_{MAX} PMOS 开关接通电阻			0.15		Ω
V_{MAX} 开关电流限值		2.5	4.0		A
启动时的 V_{MAX} 开关电流限值	V_{MAX} 上升， $V_{MAX} = 3\text{V}$ ， $V_{BAT} = 3.6\text{V}$	0.4	0.9		A
增益部件					
AI 引脚门限电压		●	0.784	0.805 0.826	V
AI 引脚/FB2 引脚电压差	$V_{FB2} - V_{AI}$		-8	0 8	mV
AI 引脚输入偏置电流	$V_{AI} = 0.85\text{V}$	●		± 1 ± 25	nA
A0 引脚吸收电流	$V_{AI} = 0.6\text{V}$ ， $V_{A0} = 1.5\text{V}$		1.0	1.8 2.5	mA
A0 引脚电压	$V_{AI} = 0.6\text{V}$ ， $I_{A0} = 1\text{mA}$			0.8 1.2	V
开关稳压器					
FB1，FB2 电压		●	0.784	0.800 0.816	V
FB1，FB2 电压调节	$V_{MAX} = 3\text{V}$ 至 5V			0.01	%/V
FB1，FB2 电压突发模式迟滞	$V_{MODE} = 2\text{V}$			8	mV
FB1，FB2 引脚输入偏置电流	$V_{FB1} = V_{FB2} = 0.85\text{V}$	●		± 1 ± 25	nA
开关频率	两个开关电源		1.2	1.5 1.8	MHz
PMOS 开关接通电阻	两个开关电源			0.35	Ω
NMOS 开关接通电阻	两个开关电源			0.45	Ω
PMOS 开关电流限值	开关电源 1		450	600 850	mA
	开关电源 2		700	900 1200	mA
USB 电源管理器					
USB 欠压闭锁电压	从低电平至高电平		3.75	3.90 4.10	V
USB 欠压闭锁迟滞				150	mV
用于电池充电的最小 USB 电压				4.0	V
USB PMOS 开关接通电阻	$V_{USB} = 5\text{V}$			0.5	Ω
USB 电流限值	$V_{USB} = 5\text{V}$ ， $V_{USBHP} = 2\text{V}$	●	440	475 500	mA
	$V_{USB} = 5\text{V}$ ， $V_{USBHP} = 0\text{V}$	●	60	80 100	mA
USB 暂停模式偏置电流	$V_{USB} = 5\text{V}$ ， $V_{SUSPEND} = 2\text{V}$			4 20	μA
SUSPEND 引脚门限				0.8 1.1	V
USBHP 引脚门限				0.8 1.1	V
SUSPEND 引脚下拉电流	$V_{SUSPEND} = 0.5\text{V}$			2.5	μA
USBHP 引脚下拉电流	$V_{USBHP} = 0.5\text{V}$			2.5	μA
热插拨输出					
热插拨 PMOS 开关接通电阻	$V_{HSI} = 3.3\text{V}$			0.9	Ω
热插拨 PMOS 开关电流限值	$V_{HSI} = 3.3\text{V}$ ， $V_{HSO} = 2.5\text{V}$		120	160	mA
HSO 引脚门限				0.8 1.1	V
HSO 引脚下拉电流				2.5	μA

LTC3455

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 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。 $V_{\text{BAT}} = 3.6\text{V}$ ， $V_{\text{MAX}} = 3.6\text{V}$ ， $V_{\text{PWRON}} = 2\text{V}$ ， V_{ON} 开路， $V_{\text{ON2}} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{USB}} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{WALLFB}} = 0\text{V}$ ，除非特别注明。

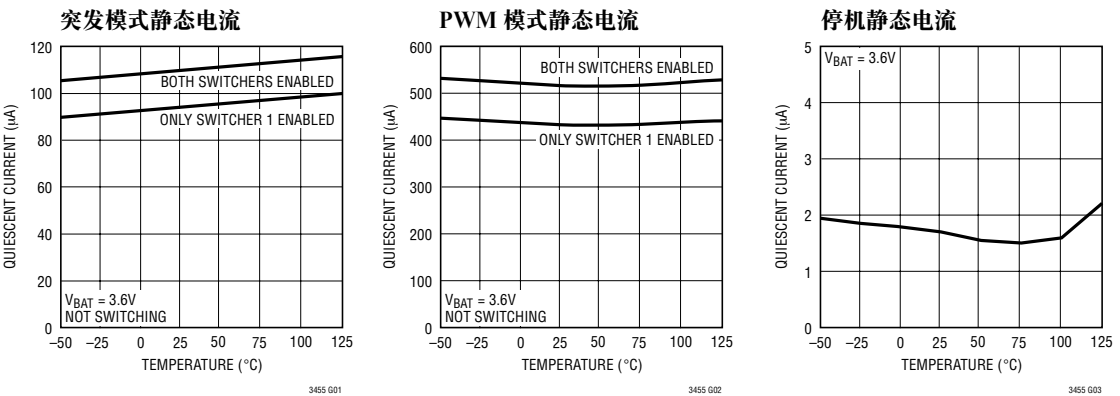
参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电池充电器					
已调充电器 V_{BAT} 电压	$0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	4.158	4.200	4.242	V
充电器电流限值 (采用 USB 供电)	$R_{\text{PROG}} = 2.49\text{k}\Omega$ ， $V_{\text{USBHP}} = 2\text{V}$ ， $V_{\text{USB}} = 5\text{V}$ ， $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$		400	470	mA
	$R_{\text{PROG}} = 2.49\text{k}\Omega$ ， $V_{\text{USBHP}} = 0\text{V}$ ， $V_{\text{USB}} = 5\text{V}$ ， $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$		50	90	mA
充电器电流限值 (采用交流供电)	$R_{\text{PROG}} = 2.49\text{k}\Omega$ ， $V_{\text{MAX}} = 4.5\text{V}$ ， $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	425	500	575	mA
再充电电池电压门限	$V_{\text{BAT(REGULATED)}} - V_{\text{RECHARGE}}$		150		mV
涓流充电跳变门限	电池电压上升		2.85		V
涓流充电跳变迟滞			60		mV
涓流充电电流	$R_{\text{PROG}} = 2.49\text{k}\Omega$ ， $V_{\text{BAT}} = 2\text{V}$		65		mA
PROG 引脚电流	内部上拉电流，没有 R_{PROG}		2		μA
PROG 引脚电压	$R_{\text{PROG}} = 2.49\text{k}\Omega$		1.23		V
CHRG 引脚输出低电压	$I_{\text{CHRG}} = 5\text{mA}$		0.75		V
定时器准确度	$C_{\text{TIMER}} = 0.1\mu\text{F}$		± 10		%
恒定温度模式中的结温			105		$^{\circ}\text{C}$

注 1：绝对最大额定值是指超出该值则器件的寿命可能会受损。

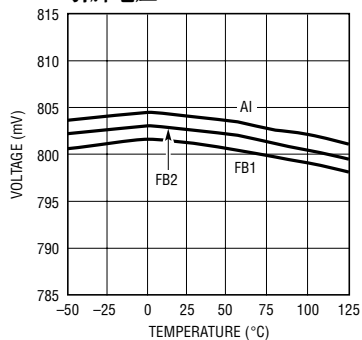
注 2：LTC3455 保证在 0°C 至 70°C 的范围内满足规定性能要求，它是按照这些扩展温度极限来进行设计和特性分析的，并有望达到相关标准，但未在 -40°C 至 85°C 的温度条件下进行测试。

注 3：当 USB 和交流电源均未接入时，静态电流取自 V_{BAT} 引脚；而当接入 USB 或交流电源时，静态电流取自 V_{MAX} 引脚。

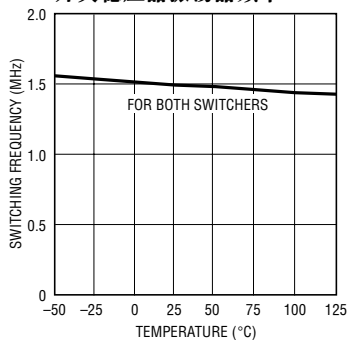
典型性能特征



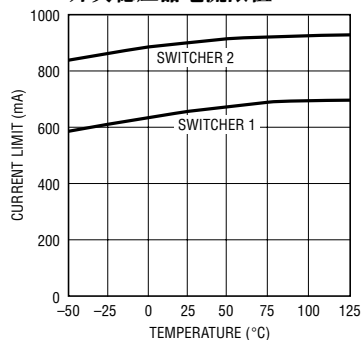
典型性能特征

反馈引脚 (FB1、FB2) 和 AI
引脚电压

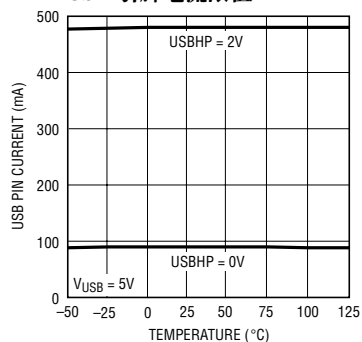
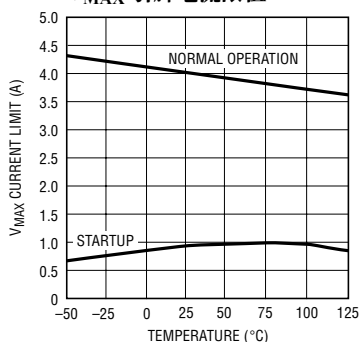
开关稳压器振荡器频率



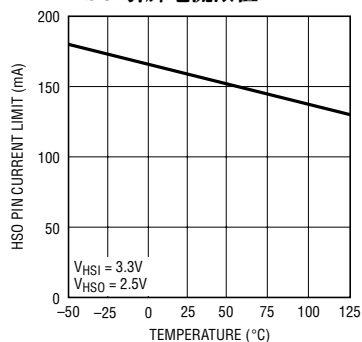
开关稳压器电流限值



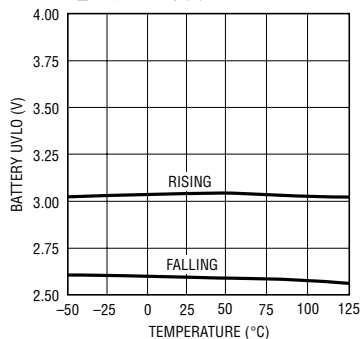
USB 引脚电流限值

 V_{MAX} 引脚电流限值

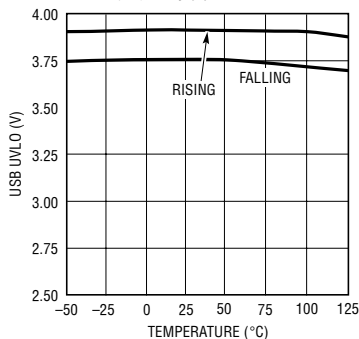
HSO 引脚电流限值



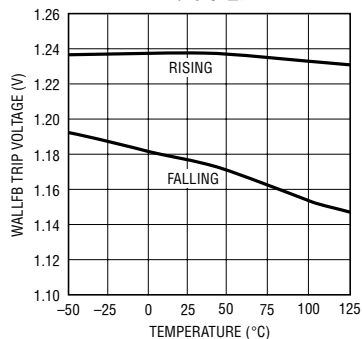
电池欠压闭锁



USB 欠压闭锁

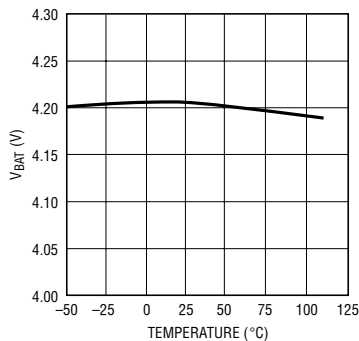


WALLFB 跳变电压



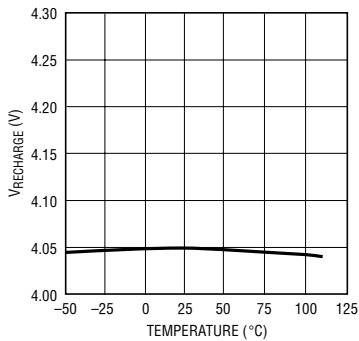
典型性能特征

电池充电器调节电压



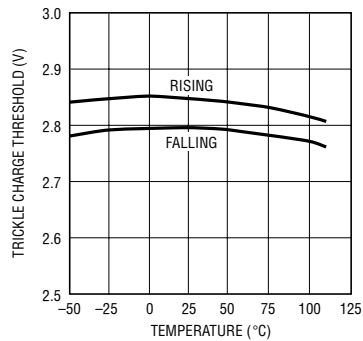
3455 G13

电池充电器再充电门限

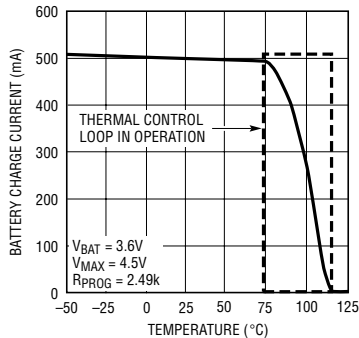


3455 G14

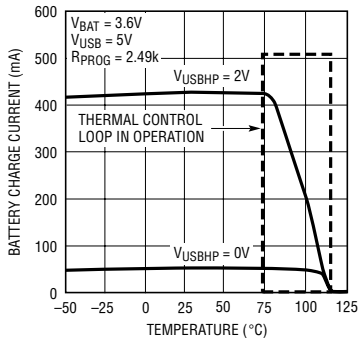
电池充电器涪流充电门限



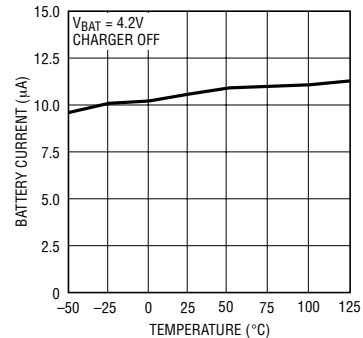
3455 G15

采用交流电源供电时的
充电电流

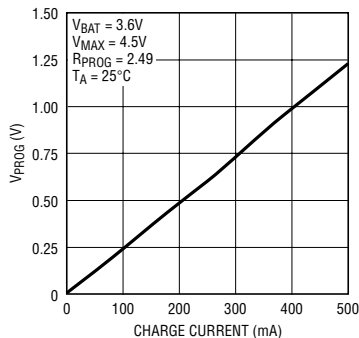
3455 G16

采用 USB 电源供电时的
充电电流

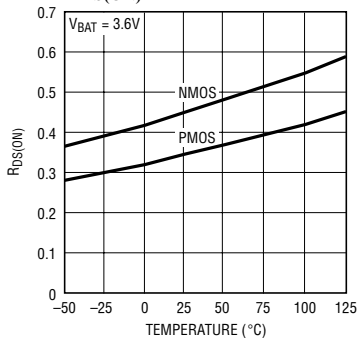
3455 G17

采用 USB 或交流电源供电时
的电池电流

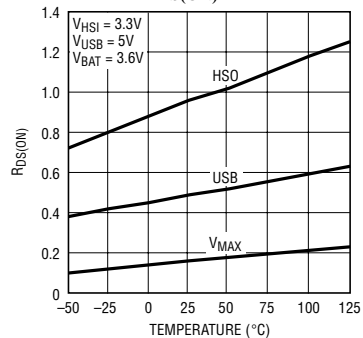
3455 G18

PROG 引脚电压与充电电流
的关系曲线

3455 G19

开关稳压器电源开关的
 $R_{DS(ON)}$ 

3455 G20

 V_{MAX} 、USB 和 HSO PMOS
开关的 $R_{DS(ON)}$ 

3455 G21

引脚功能

FB1(引脚 1)：用于开关电源 1 的反馈引脚。通过将反馈电阻器连接至该引脚来设定输出电压。

PROG (引脚 2)：充电电流设置和充电电流监视引脚。在该引脚与地之间连接一个电阻器 R_{PROG} 来设置电池充电电流。

$$I_{\text{BAT}} = 1000 \cdot 1.23\text{V} / R_{\text{PROG}}$$

在所有的模式中，PROG 引脚上的电压都可以用来测量充电电流。PROG 引脚具有一个弱上拉电流源，用于在该引脚被置于开路状态时将充电器关断。

TIMER (引脚 3)：定时器电容器引脚。在该引脚与地之间连接一个电容器 C_{TIMER} 以设定充电循环终止时间。该定时器在 USB 或交流电源首次接入时启动。定时器周期为：

$$T_{\text{TIMER}} (\text{小时}) = C_{\text{TIMER}} \cdot (3 \text{ 小时}) / (0.1\mu\text{F})$$

将 TIMER 引脚接地可使内部定时器功能失效。把 TIMER 引脚连接至 V_{MAX} 将使充电器工作于一个“只恒定电流”模式 (该模式使定时器、电压放大器和涓流充电功能失效)。

CHRG (引脚 4)：漏极开路充电状态引脚。当电池充电器被使能时，利用一个内部 N 沟道 MOSFET 将该引脚拉至低电平。而当电池充电器失效时，该引脚被强制为高阻抗状态。

USBHP (引脚 5)：USB 高功率模式引脚。该引脚被用于选择合适的 USB 电流限值 (500mA 或 100mA)。将该引脚拉至高电平时，选择的是 500mA (高功率模式)；而将该引脚拉至低电平时则选择的是 100mA (低功率模式)。

SUSPEND (引脚 6)：USB 暂停引脚。当该引脚被拉至高电平时，内部 USB 功率控制器失效且 USB 引脚电流减小至 20 μA 以下。

SW1(引脚 7)：用于开关电源 1 的开关引脚。最大限度地缩短连接至该引脚的金属走线长度。将用于开关电源 1 的电感器布设在尽可能靠近该引脚的地方。

USB (引脚 8)：USB 电源引脚。根据 USBHP 引脚状态的不同，可将至该引脚的输入电流限制为 100mA

或 500mA。只要 USB 电源接入 (当 USB 引脚电压高于 3.9V 且 SUSPEND 引脚为低电平时)，充电器和开关电源 1 将保持运行状态。

V_{BAT} (引脚 9)：电池输入引脚。通过一个尽可能靠近器件的电容器对该引脚进行旁路。

V_{MAX} (引脚 10)：最大电压引脚。该引脚被用来为两个内部降压型 DC/DC 转换器供电，并且在外部提供，以便给其他器件 (即 LDO、用于 LCD 偏置的开关电源以及白光 LED 背光源驱动器等) 供电。当 LTC3455 处于接通状态且 USB 或交流电源均不可用时，一个内部 PMOS 开关将该引脚连接至 V_{BAT} 引脚。当 USB 或交流电源接入时，它们将向该引脚提供电源，而且电池充电器从该引脚吸取功率。在停机模式中，该引脚被放电至地，以提供输出断接。

WALLFB (引脚 11)：交流电源检测引脚。该引脚是至一个比较器的输入，用于指示 5V 交流适配器的接入。从交流适配器输入端引出的一个电阻分压器被连接至该引脚，以通知 LTC3455 何时交流适配器的电压高至足以给 LTC3455 供电。当该引脚的电压高于 1.23V 时，电池充电器被使能。5V 交流适配器通过一个肖特基二极管与 V_{MAX} 引脚相连。在未使用交流适配器的场合，将 WALLFB 引脚接地。

SW2 (引脚 12)：用于开关电源 2 的开关引脚。最大限度地缩短连接至该引脚的金属走线长度。将用于开关电源 2 的电感器布设在尽可能靠近该引脚的地方。

HSI (引脚 13)：热插拔输入引脚。该引脚通过一个电流限制 PMOS 开关连接至 HSO 引脚。

HSO (引脚 14)：热插拔输出引脚。该输出用于存储卡或那些如果直接在其中一个输出 (通常为 3.3V 输出) 上进行热插拔则表现为短路的其他设备。流出该引脚的电流被限制为 160mA。

HSO (引脚 15)：热插拔使能引脚。该引脚负责接通连接 HSI 和 HSO 引脚的 PMOS 开关。

AI (引脚 16)：增益部件输入引脚。该引脚是至一个放大器的反相输入，可被用作一个低电池电量检测

引脚功能

器或附带一个外部 PNP 或 PMOS 的 LDO。该增益部件的同相输入被连接至 0.8V 内部基准。

AO (引脚 17)：增益部件输出引脚。该引脚是一个漏极开路输出，并且将在 AI 引脚电压低于 800mV 时被拉至低电平。该输出可被用作一个低电池电量检测器或附带一个外部 PNP 或 PMOS 的 LDO。该引脚能够吸收高达 1mA 的电流。

FB2 (引脚 18)：用于开关电源 2 的反馈引脚。通过把反馈电阻器连接至该引脚来设定输出电压。

ON2 (引脚 19)：用于开关电源 2 的使能引脚。该引脚只在 $\overline{\text{ON}}$ 为低电平或 PWRON 为高电平时才接通开关电源 2。开关电源 2 不能自行接通。

$\overline{\text{RST}}$ (引脚 20)：复位引脚。该引脚是一个漏极开路输出，可在上电期间提供一个 200ms 的复位信号，以便对微控制器进行初始化。

MODE (引脚 21)：突发模式使能引脚。把该引脚连接至高电平将允许 LTC3455 执行突发模式操作。当正负输出均在输出电流非常低的条件下工作时，突发模式操作能够实现出众的效率。把该引脚连接至地将强制器件在所有的负载电流条件下都工作于 PWM 模式。在启动时，突发模式在最初的 200ms 时间里是失效的；另外，当可以采用外部电源时，突

发模式也是失效的(即使 MODE 引脚被拉至高电平亦不例外)。

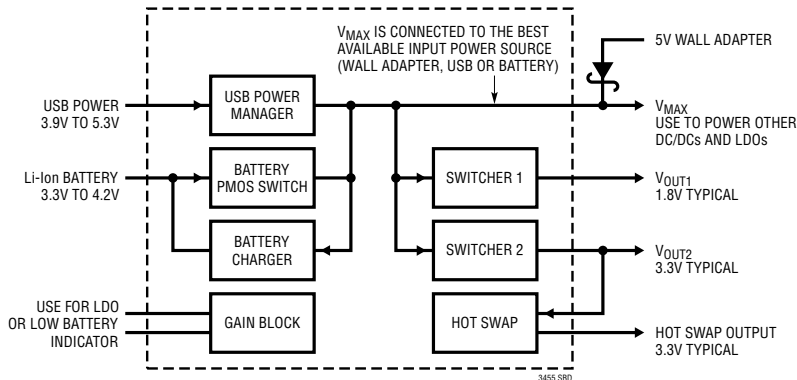
PWRON (引脚 22)：上电引脚。把该引脚拉至高电平可接通 LTC3455。该引脚通常与 $\overline{\text{ON}}$ 和 PTSTAT 引脚以及一个瞬时导通开关配合使用。不用时将 PWRON 引脚连接至地。

PBSTAT (引脚 23)：按钮状态引脚。该引脚是一个漏极开路输出，负责向微控制器通告 $\overline{\text{ON}}$ 引脚(它通常与一个瞬时导通按钮开关相连)的状态。该引脚随动于 $\overline{\text{ON}}$ 引脚的状态(当 $\overline{\text{ON}}$ 引脚被拉至低电平时，PBSTAT 引脚电压走低)。

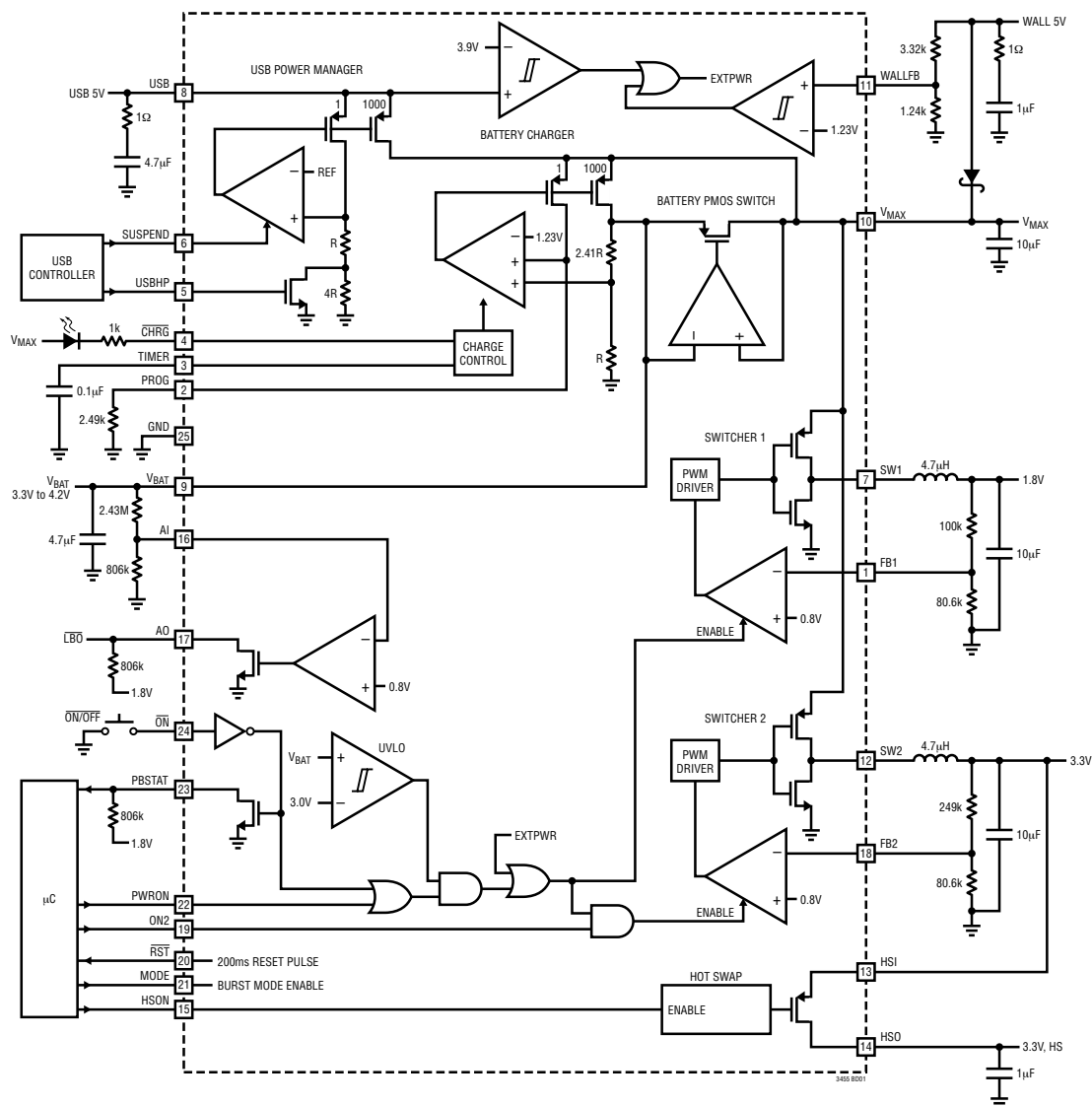
$\overline{\text{ON}}$ (引脚 24)： $\overline{\text{ON}}$ 引脚。将该引脚拉至地可接通 LTC3455。该引脚通常与一个瞬时导通按钮开关一道使用，以便接通 LTC3455。在 PWRON 引脚被微控制器拉至高电平之前，该引脚将保持低电平，以使 LTC3455 保持接通状态。如果未使用瞬时导通开关，则可将该引脚保持在地电位，以维持 LTC3455 的导通状态。不用时应将 $\overline{\text{ON}}$ 引脚置于开路状态。该引脚具有一个弱上拉电流源。

GND (引脚 25 - 裸露衬垫)：接地引脚。裸露的背面衬垫是 LTC3455 的唯一接地引脚，必须焊接至 PC 板的接地平面，以使器件正确操作。

简化方框图



方框图



工作原理

LTC3455 的设计目标是成为一款能够适应众多便携式系统要求的完整电源管理解决方案。该器件把两个电流模式降压型开关稳压器、一个全功能电池充电器、一个 USB 功率控制器、一个热插拔输出、一个低电池电量比较器 (它也可被配置为一个 LDO) 和许多保护功能集成在单个封装中。当只能够采用电池电源时, 电池 PMOS 开关将 V_{MAX} 引脚连接至 V_{BAT} 引脚, 以便向两个开关稳压器 (或任何其他从 V_{MAX} 获取电源的器件) 供电。当施加了外部电源

时, LTC3455 将完成从电池电源 (单节锂离子电池) 至 USB 电源或交流适配器的无缝切换。电池 PMOS 开关被断开, 充电器被启动, 而且器件所用的全部内部功率均从合适的外部电源吸取。最大充电电流和充电时间分别由一个外部电阻器和电容器来设置。在所有的条件下, USB 电源管理器都将为 USB 引脚提供准确的电流限制。热插拔输出非常适合于为存储卡及其他能够在系统处于完全受电状态时进行插拔操作的设备供电。

应用信息

欠压闭锁 (UVLO)

如果未接入外部电源, 则 LTC3455 将只在电池电压高于 3.0V 的条件下起动。这能够防止采用过于接近深度放电状态的电池来启动器件。器件一旦起动, 则电池电压必须在 LTC3455 关断之前降至 2.6V 以下。该迟滞被有意识地设定得很大, 以防止 LTC3455 在不合适的时间 (例如在硬盘驱动器的读周期或写周期中) 关断 (这有可能损坏驱动器)。内部 UVLO 仅被用作防止电池在其电压过低的状态下运行和导致损坏的最后一道安全措施。可以采用增益部件来实现一个准确的、可由用户设定的低电池电量门限 (详见“增益部件”部分), 该门限将使微控制器能够对因低电池电量条件所致的停机定时进行全面控制。

如果外部电源接入且电池电压低于 3.0V, 则 V_{MAX} 引脚电压必须高于 3.9V 使 LTC3455 起动, 而且, 器件一旦起动, V_{MAX} 引脚电压就必须保持在 3.1V 以上, 以使器件连续运行。

输入电源的选择

两个 DC/DC 转换器、所有的内部电路以及 V_{MAX} 引脚的供电电源优选顺序为: 交流电源、USB、电池。

当 WALLFB 引脚电压高于 1.23V 时, 系统电源通过 V_{MAX} 引脚从交流适配器获取, 而且电池充电器处于运行状态。5V 交流适配器输出通过一个肖特基二极管连接至 V_{MAX} 引脚, 并将一个从 5V 交流电源输入端引出的电阻分压器连接至 WALLFB 引脚, 以便向 LTC3455 通告交流电源的接入。也可以采用电压更高的交流适配器, 但由于 V_{MAX} 引脚的最大额定电压为 6V, 所以当采用超过 6V 的交流适配器时, 需要另外采用一个稳压器来进行降压处理。

如果接入了 USB 电源且其电压高于 3.9V (没有可用的交流电源), 则系统电源将从 USB 引脚获取。电池充电器处于运行状态, 但充电电流将被阻断, 直到 USB 引脚电压超过 4.0V 为止, 从而防止电池充电器使电压已经很低的 USB 电源承担过重的负载。只要 USB 引脚电压维持在 3.9V 以上, 则 USB 端口将提供所有其他的系统电源。

如果 USB 总线的功率输送能力满足不了系统的需要, 则充电器将完全关断, USB 功率控制器变成一个 500mA (或 100mA) 电流源, 而且 V_{MAX} 引脚电压开始下降。如果 V_{MAX} 引脚电压继续下降, 则最终将由电池来提供所需的额外电流。这就使得 LTC3455 能够承受那些功率需求短暂地超过 USB 电源输送能力的负载电流瞬变。

应用信息

没有接入电池时的操作

只要可以采用 USB 或交流电源, LTC3455 就将在不接入电池的情况下工作, 对于采用可拆装型电池的系统来说这是一项关键要求。不过, 请牢记一点, 当 LTC3455 采用 USB 电源来供电且电池未接入时, 一旦系统需要的功率超出了 USB 端口的供电能力则意味着没有任何的电能储备可供使用。同样, 如果可以采用外部电源, 则即使电池损坏或处于深度放电状态, LTC3455 仍将正常工作。

对于那些始终采用 USB 电源或交流适配器来供电的系统来说, LTC3455 同样是一种上佳的选择。这样, 充电器就可以被用来为一个大电容器或后备电池充电, 当外部电源被拿掉之后, 该大电容器或后备电池便可为系统短暂供电。这便为微控制器遵从正确的停机程序进行操作提供了足够的时间, 即使在主电源被突然拿掉之后也不例外。当采用 USB 来供电时, 该大电容器或后备电池也将能够被用来在系统的功率需求短暂地超出 USB 总线的供电能力时提供额外的电流。

采用交流适配器供电时需要关注的问题

应始终选择一个能够为所有的负载和电池充电要求提供所需功率的交流适配器。如果选择的是额定功率过低的交流适配器, 则将导致充电时间过长且系统操作不稳定。如果所需的总电流(负载电流和电池充电电流)超过了交流适配器的供电能力, 则 V_{MAX} 引脚上的电压将开始下降。如果该电压降至与电池电压(V_{BAT} 引脚电压)足够接近, 则充电电流减小并最终降为零。如果负载电流仍然大到交流适配器难以提供的水平, 则交流适配器将竭其所能为负载供电, 不足部分将由电池来承担。当采用交流适配器来供电时, 这种操作只是为使器件免遭故障条件的损坏而准备的, 不应被用作正常的工作模式。

采用 USB 供电时需要关注的问题

USB (通用串行总线) 的普及使其成为在各类便

携式设备中进行数据传输的一种颇吸引人的选择。因此, 利用 USB 端口来为便携式设备供电并同时对其电池进行充电是非常令人向往的, 但实现起来却未必简单。随著数码相机、手持式电脑以及 MP3 播放机等便携式设备性能的提高, 其操作所需的功率也在增加。即使不考虑其电池快速充电所需的功率, 许多全功能便携式设备的峰值功率需求单靠一个 USB 端口(其最大功率输送能力为 2.5W) 几乎也是难以满足的。

对于更加复杂的情形而言, USB 端口并不是理想的电源。虽然每部设备最高能够吸收 500mA 的电流(在高功率模式中), 但提供至便携式设备的电压却可能发生显著的变化。尽管一个 USB 电源具有 5V 的标称额定电压, 但如果您把正常的电源电压偏差、电缆损耗和瞬变条件考虑进去, 则到达便携式设备的 USB 电压通常要低得多——往往降至仅有 4V。由于 USB 端口具有 500mA 的严格电流限值, 这就意味着可提供给便携式设备的功率可能会低至 2W。当您试图完成单节锂离子电池的满充电(其最终充电电压为 4.2V) 时, USB 电压的下降也会带来问题, 因为此时 USB 电压本身或许已经低于或接近 4.2V。

LTC3455 是专为缓解这些问题并从 USB 端口获取其能够提供的最大功率而设计的。请参阅标题为“采用 USB 供电时的大瞬变负载处理”和“采用 USB 供电时的特殊充电器功能”的相关段落, 这些段落较为详细讨论了 LTC3455 的特殊 USB 功能。

USB 高功率/低功率/暂停模式

USB 电源管理器有三种基本模式: 即高功率、低功率和暂停模式。高功率模式允许 LTC3455 从 USB 端口吸收高达 500mA 的电流, 该模式是通过将 USBHP 引脚拉至高电平来选择的。低功率模式将容许的吸收电流减小至 100mA, 此模式是通过把 USBHP 引脚拉至低电平来选择的。USBHP 引脚具有一个弱内部下拉电流源, 用于确保 LTC3455 始终在 USB 低功率模式中启动。SUSPEND 引脚将使 USB

应用信息

电源管理器完全失效，从而将 USB 引脚电流减小至 $20\mu\text{A}$ 以下。

USB 低功率模式中的操作

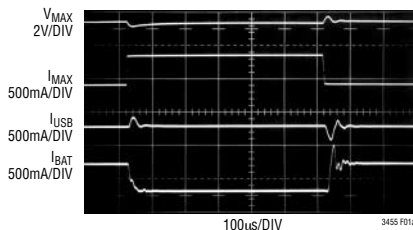
大多数从 USB 总线吸取功率的应用都应只在短暂的时间里处于低功率模式。上电时，所有的器件均必须处于低功率模式(从 USB 总线吸收的电流不超过 100mA)，并且能够只在接收到来自 USB 主控制器的许可指令之后才变换至高功率模式(可从 USB 总线吸收高达 500mA 的电流)。从低功率模式至高功率模式的变换往往非常迅速，因而在与 USB 总线相连之后立刻就可以获得 500mA 的满电流。虽然 LTC3455 在低功率模式中仍将工作，但可用功率非常之低，以致于很难或不可能对电池进行充电，甚至连为系统的其余部分输送足够的供电电流都成问题。为此，LTC3455 应始终采用 USB 高功率操作模式。

采用 USB 供电时的大瞬变负载处理

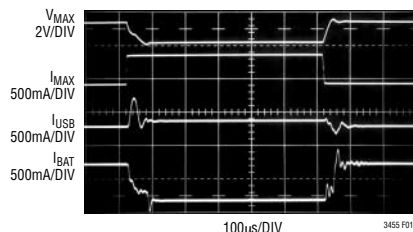
许多便携式设备都具有能够由 USB 轻松提供支持的标准负载，但它们也具有那些会超过最大可用 USB 功率的短暂瞬变负载。LTC3455 就是专为处理这些过载并同时从 USB 端口吸取尽可能多的功率而设计的。如果采用 USB 总线来供电，但 LTC3455 (或任何其他与 V_{MAX} 引脚相连的器件)所需的总功率超过了 USB 总线的供电能力，则电池充电器完全关断，而且，USB 功率控制器变成一个 500mA (或 100mA) 电流源，且 V_{MAX} 电压开始下降。此时，系统所需的额外电流将由与 V_{MAX} 引脚相连的电容来提供。只要 USB 引脚电压保持在 3.9V 以上，USB 总线将继续提供尽可能大的电流。一旦 V_{MAX} 引脚电压降至刚好低于 V_{BAT} 电压，则电池将负责提供所需的额外电流。这种操作方式使得 LTC3455 能够承受那些功率需求短暂地超过 USB 总线供电能力的负载瞬变。

图 1 所示的示波器屏幕照片说明了 LTC3455 是如何在采用 USB 供电的情况下进行负载瞬变控制。上方的照片示出了一个虽然导致充电器关断但并未造成 V_{MAX} 电压下降的短暂瞬变负载。下方的照片则示出了导致充电器关断并使 V_{MAX} 电压下降至必须由电池来提供电流的程度的一个延长瞬变情况。对于这两种场合，瞬变条件一旦消逝，器件将立即恢复正常操作状态。

可以将额外的电容连接至 V_{MAX} 引脚，以作为对支持大瞬变电流提供帮助的电储能器。对于大多数系统来说并不需要这么做，因为 LTC3455 完全能够处理严重瞬变负载。然而，对于某些设计而言，有可能希望使用一个与 V_{MAX} 相连的较大电容器来作为一个较大的电储能器。可以毫不费力地将高达 $50\mu\text{F}$ 的陶瓷电容与 V_{MAX} 引脚相连。当连接超过



USB 最大电流条件



USB 严重过流条件

图 1：采用 USB 供电时的负载瞬变处理

应用信息

50 μ F 的电容时，需要采用一个具有一些 ESR 的电容器或增加一些与某些陶瓷电容相串联的电阻。当采用 USB 电源时，这对于确保电池充电器环路中的环路稳定性是必不可少的。

采用 V_{MAX} 引脚来为其他器件供电

V_{MAX} 引脚可被用来为系统内部的其他器件输送功率。当没有可用的外部电源时，该引脚与电池相连接；而当能够采用 USB 总线或交流适配器作为电源时，则该引脚与 USB 总线或交流适配器相连。这就确保了所有由 V_{MAX} 引脚供电的器件都将能够始终从最适合的可用输入电源吸取功率。

将 V_{MAX} 连接至电池的 PMOS 在器件启动时的电流限值为 900mA (以最大限度地减小涌入电流)，而一旦 V_{MAX} 引脚电压升至接近电池电压则电流限值变至 4A。由于启动电流限值的减小，因此，其他由 V_{MAX} 引脚供电的器件的接通应始终被延迟，以使最初需要从 V_{MAX} 引脚获取的电流降至最小。最佳的选择是由任一个开关电源输出来使能这些器件，因为两个开关电源的接通均始终被延迟至 V_{MAX} 引脚电压达到 V_{BAT} 引脚电压之时为止。当 LTC3455 被关断时， V_{MAX} 引脚被放电至地，这样，任何由 V_{MAX} 供电的器件都将在停机期间使其输入接地。这确保了系统内部所有电源电压的输出断接。

采用电池供电时的启动和停机

在只有电池功率可供使用的情况下，当 \overline{ON} 引脚被拉至低电平或 PWRON 引脚被拉至高电平时，LTC3455 接通。虽然这两个中的任何一个都将使器件保持运行，但通常的做法是同时使用 \overline{ON} 和 PWRON 引脚，并利用一个瞬时导通按钮开关来实现器件的接通和关断。图 2 示出了采用一个瞬时导通开关来完成 LTC3455 接通和关断的方法。

当首次按瞬时导通开关时， \overline{ON} 引脚被短路至地，PBSTAT 引脚电平走低，而且 LTC3455 首度拉高 V_{MAX} 引脚电压，并随后使能开关电源 1，以便向微控制器供电。一旦上电并进入运行状态，微控制器将提供 PWRON 信号，以使 LTC3455 在按钮被释放之后保持接通状态。当再度掀压按钮来关断器件时，PBSTAT 引脚被拉至低电平，用以通知微控制器按钮已被掀压。微控制器为停机做好准备，并随后将 PWRON 信号拉至低电平。当按钮被释放时， \overline{ON} 引脚电平走高且 LTC3455 关断。 \overline{ON} 和 PWRON 引脚使能开关电源 1 (以及正常操作所需的所有内部电路)，ON2 引脚使能开关电源 2。开关电源 2 只能在开关电源 1 也被使能的情况下才能进行操作。这两个开关电源的接通均始终被延迟至 V_{MAX} 引脚电压达到 V_{BAT} 引脚电压之时为止。

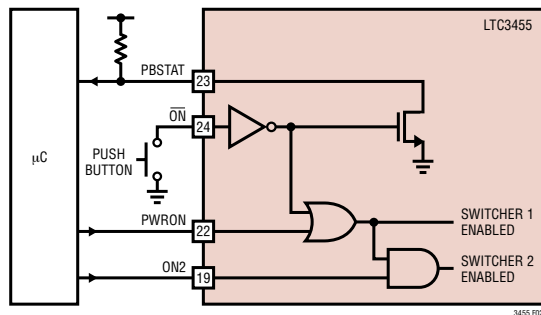


图 2：短暂按钮操作

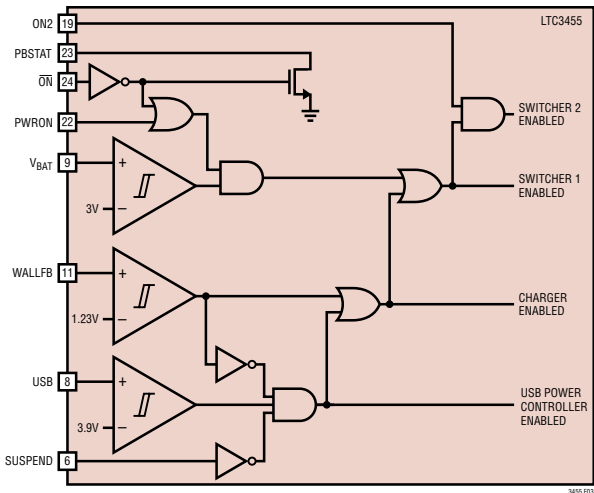


图 3：LTC3455 的接通逻辑电路示意图

采用 USB 或交流电源供电时的启动和停机

当 USB 或交流电源接入时 (由 USB 和 WALLFB 引脚来检测)，开关电源 1 和电池充电器将始终被使能。如果 LTC3455 关断且施加了外部电源，则不管 $\overline{\text{ON}}$ 和 PWRON 引脚状态如何，充电器和开关电源 1 都将起动。这通过始终允许电池在可以使用外部电源时进行充电而最大限度地延长了电池的运行时间，并确保微控制器在有外部电源可供使用的情况下始终处于运行状态 (这对于采用库仑计量或其他电池电量监视技术的设计很重要)。开关电源 2 只在 ON2 引脚也被拉至高电平的情况下才起动。图 3 给出了 LTC3455 的接通逻辑电路示意图。

起动开关电源 2/电源排序

开关电源 2 只在开关电源 1 也被使能并处于调节状态的情况下才能进行操作。ON2 引脚可由一个逻辑信号来驱动，以便对开关电源 2 进行独立控制。如果两个输出始终一道工作，则将 ON2 引脚连接至 V_{MAX} 引脚。这将在开关电源 1 的输出达到其终值的 90% 之后使能开关电源 2。该上电延迟可确保正确的电源排序并减小启动时的峰值电池电流。图 4 示出

了两个开关电源在启动时均被使能且 ON2 引脚与 V_{MAX} 相连情况下的输出排序。两个开关电源的接通均始终被延迟至 V_{MAX} 引脚电压达到 V_{BAT} 引脚电压之时为止。

复位信号 ($\overline{\text{RST}}$)

当 LTC3455 首次接通时，可由 $\overline{\text{ON}}$ 或 PWRON 引脚 (或者通过施加外部电源) 来提供一个 200ms 的复位信号 ($\overline{\text{RST}}$ 引脚被拉至低电平)，以实现微控制器的正确初始化。当 LTC3455 处于停机模式时， $\overline{\text{RST}}$ 信号也被拉至低电平，从而确保微控制器不会在输出电压上升或骤降的过程中发生误起动。在故障条件下， $\overline{\text{RST}}$ 引脚将被拉至低电平。

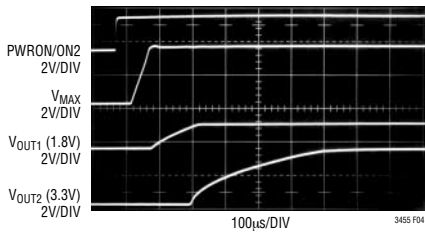


图 4：开关电源 1 和 2 的输出排序

应用信息

低电池电量或电池失效保护 (200ms 超时)

还采用 200ms 复位定时器来防止 LTC3455 在外部功率或电池电压不足的条件下被起动，以便对输出进行调节。当器件首次接通时，内部 200ms 定时器起动。只要开关电源 1 被使能 (ON2 引脚为低电平) 且其输出未在 200ms 的时间之内达到其终值的 90%，则即使 $\overline{\text{ON}}$ 引脚保持低电平或 PWRON 引脚保持高电平 (只要 $\overline{\text{ON}}$ 引脚为低电平或 PWRON 引脚为高电平， V_{MAX} 引脚就将保持接通状态)，开关电源 1 也将被关断。该自动停机功能可避免失效或过度放电的锂离子电池遭受损坏。如果 ON2 引脚被连接至 V_{MAX} 引脚 (因而开关电源 2 在启动时也被接通)，则正负输出均必须在 200ms 的时间之内达到各自终值的 90%。一旦输出处于调节状态，则定时器将被复位达 200ms。

肖特基二极管的选择/WALLFB 电阻器的选择

当采用一个 5V 交流适配器时，功率通过一个肖特基二极管传递至 V_{MAX} 引脚。在选择该二极管时，最为重要的一项规格便是其反向漏电流。当 LTC3455 接通而交流电源未接入时，肖特基二极管将通过 WALLFB 电阻分压器漏电至地（见图 5）。必须最大限度地减小该漏电流（方法是选择一个合适的低漏电肖特基二极管），因为它会大幅度地降低轻负载时的突发模式（Burst Mode）工作效率。此外，高漏电流还会使 WALLFB 引脚发生误跳变，并在即使没有可用交流电源的情况下仍然接通 LTC3455。为了对防止这种误接通提供帮助，应采用图 5 所示的 WALLFB 电阻器阻值。

该二极管的正向压降在其最大额定电流条件下应为 500mV 左右(或更小), 这样, 即使在交流适配器电压低于正常值的情况下, 仍然能够进行充电操作。最近有些制造商推出了专门针对非常低的正向压降而优化的肖特基二极管, 但是这些二极管的反向漏电流在室温条件下有可能超过 100 μ A, 而在高温

条件下则会达到1mA 以上。建议 LTC3455 不要采用此类二极管，但如果采用了则必须对高温条件下的操作进行彻底检查，以避免发生由于二极管漏电流过大所导致的问题。

三种上佳的二极管选择是 MBRM110E (1A、10V)、MBR120ESF (1A、20V) 和 MBRA210E (2A、10V)。On Semiconductor 公司 (www.onsemi.com) 可提供采用极小封装的上述三款二极管，它们在室温条件下的反向漏电流低于 $1\mu\text{A}$ ，而且在其最大额定电流 (1A 或 2A) 条件下的正向压降约为 500mV。

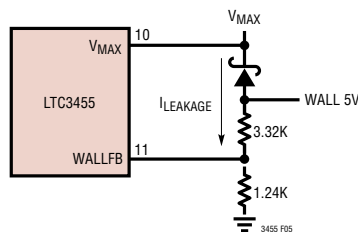


图 5：肖特基二极管漏电流通路

开关稳压器一般信息

LTC3455 包括两个工作效率高达 96% 的 1.5MHz 恒定频率电流模式开关稳压器。开关电源 1 在 1.5V/1.8V 条件下可提供高达 400mA 的电流 (用于给微控制器内核供电), 开关电源 2 在 3V/3.3V 条件下可提供高达 600mA 的电流 (用于为微控制器 I/O、存储器及其他逻辑电路供电)。当输入电压降至非常接近输出电压时, 这两个转换器均支持占空比达 100% 的操作 (低压降模式), 而且, 它们还能工作于突发模式, 以便在轻负载条件下实现最高的效率水平 (突发模式操作可通过引脚来选择)。开关电源 2 具有独立的 ON/OFF 控制, 但只在开关电源 1 也被使能且处于调节状态时才进行操作。如果两个开关电源在上电时均被使能, 则只允许开关电源 2 在开关电源 1 达到其终值的 90% 之后接通。该上电延迟确保了正确的电源排序, 并且减小了启动时的峰值电池电流。如果

应用信息

开关电源 1 的输出降至其设定输出电压的 85% 以下，则开关电源 2 将关断。这就保证了内核电源的任何问题都将使系统的其余部分被关断。

开关稳压器电感器的选择

众多的制造商可以提供大小和形状各异的电感器。要想从这么多器件中挑选出适合您要求的正确电感器件可能会令您不堪重负，但如果遵循几条基本准则就将使这一选择过程大为简化。为使效率最大化，应选择一个具有低 DC 电阻的电感器。请牢记，大多数外形非常薄或体积非常小的电感器通常具有高得多的磁芯和 DCR 损耗，并且将不会提供最佳的效率。

应选择 一个额定 DC 电流至少为最大负载电流 1.5 倍的电感器，以确保电感器不会在正常操作期间发生饱和。表 1 列出了几款能够与 LTC3455 很好地配合使用的电感器。这些电感器很好地兼顾了额定电流、DCR 和物理尺寸。请向各家制造商咨询，以了解有关其电感器完整选择的详细信息。

表 1：推荐使用的电感器

电感器 型号	L (μ H)	最大 I _{DC} (A)	最大 DCR (Ω)	高度 (mm)	制造商
DB318C	4.7 10	0.86 0.58	0.1 0.18	1.8 1.8	Toko (847)297-0070 www.toko.com
CLS4D09	4.7 10	0.75 0.5	0.19 0.37	1 1	Sumida (847)956-0666 www.sumida.com
CDRH3D16	4.7 10	0.9 0.55	0.11 0.21	1.8 1.8	Sumida
SD12	4.7 10	1.29 0.82	0.12 0.28	1.2 1.2	Cooper (561)752-5000 www.cooperet.com
ELT5KT	4.7 10	1 0.68	0.2 0.36	1.2 1.2	Panasonic (408)945-5660 www.panasonic.com

开关稳压器输出电容器的选择

在开关稳压器的正负输出端均应采用低 ESR (等效串联电阻) 陶瓷电容器。应只采用 X5R 或 X7R 型陶瓷电容器，这是因为与其他类型的陶瓷电容器相比，它们能够在较宽的电压和温度范围内保持其电容值不变。对于大多数应用来说，采用一个 10 μ F 的输出电容器便足够了。表 2 列出了几家陶瓷电容器制造商。请向各家制造商咨询，以了解有关其陶瓷电容器完整选择的详细信息。许多制造商目前都可提供非常适合在高度受限制的设计中所使用的薄型 (高度不到 1mm) 陶瓷电容器。

表 2：推荐的陶瓷电容器制造商

Taiyo Yuden	(408) 573-4150	www.t-yuden.com
AVX	(803) 448-9411	www.avxcorp.com
Murata	(714) 852-2001	www.murata.com
TDK	(888) 835-6646	www.tdk.com

V_{BAT} 引脚电容器的选择

对于 V_{BAT} 引脚，最佳选择是采用一个 4.7 μ F 至 10 μ F 的陶瓷电容器。应只采用 X5R 或 X7R 型陶瓷电容器。

V_{MAX} 引脚电容器的选择

对于 V_{BAT} 引脚，最佳选择是采用一个 10 μ F 的陶瓷电容器。应只采用 X5R 或 X7R 型陶瓷电容器。不要在该引脚上采用小于 10 μ F 的电容器。对于某些应用，有可能希望采用一个与 V_{MAX} 引脚相连、数值较大的电容器来作为 LTC3455 采用 USB 总线供电时的电能储存元件。可以毫不费力地将高达 50 μ F 的陶瓷电容与 V_{MAX} 引脚相连。当连接超过 50 μ F 的电容时，需要采用一个具有一些 ESR 的电容器 (例如钽电容器或 OS-CON 电容器)，或增加一些与某些陶瓷电容相串联的电阻。当采用 USB 电源时，这对于确保电池充电器环路中的环路稳定性是必不可少的。

应用信息

USB 引脚和交流适配器电容器的选择

当采用陶瓷电容器来对 USB 引脚或交流适配器输入进行旁路时必须谨慎。当对 USB 或交流适配器进行热插拔操作时会产生高瞬态电压。在通过 USB 总线或交流适配器来供电的场合，电缆电感以及陶瓷电容器的自谐振和高 Q 值特性会引发显著的振铃，这些振铃能够轻易地超过引脚的最大额定电压并损坏 LTC3455。请参阅凌特的“Application Note 88”，这篇题为“陶瓷输入电容器会引发过压瞬变”的文章详细讨论了这一问题。大多数交流适配器和 USB 电缆都很长，这使得它们特别容易受到该问题的影响。即使这种振铃并未大到足以损坏器件的程度，它也有可能被耦合至 V_{MAX} 引脚（以及开关稳压器输出），并被误认为是环路不稳定。如需对 USB 引脚和交流适配器输入进行旁路，应增设一个与陶瓷电容器串联的 1Ω 电阻器，以降低网络的有效 Q 值并大幅度地减小振铃。可采用一个钽电容器、OS-CON 电容器或电解电容器来代替陶瓷电容器和电阻器，因为这些电容器所具有的较高 ESR 能够降低 Q 值，从而减小电压振铃。USB 引脚应选用 $4.7\mu\text{F}$ 至 $10\mu\text{F}$ 的电容器，交流适配器输入应选用 $1\mu\text{F}$ 或更大的电容器。

开关稳压器输出电压的设置

每个开关稳压器的输出电压都是采用一个连接在输出和反馈引脚 (FB1 和 FB2) 之间的电阻分压器来设置的：

$$V_{OUT} = 0.8V \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

R_1 的典型值范围为 $80k\Omega$ 至 $400k\Omega$ 。

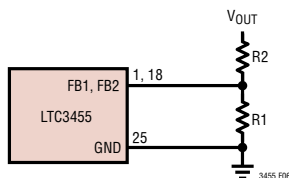


图 6：输出电压的设定

突发模式 (Burst Mode™) 操作

为了在轻负载条件下获得最高效率，两个 DC/DC 转换器均能够工作于突发模式。在该模式中，能量以短脉冲群的形式输送至输出端，这样可以最大限度地降低开关损耗和静态电流损耗。虽然输出电压纹波在该模式中稍高，但效率却得到了极大的提升。如图 7 所示，当采用突发模式操作时，轻负载电流条件下的效率明显提高了。

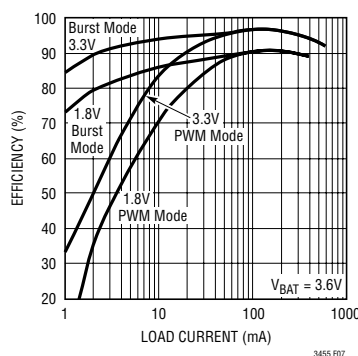


图 7：PWM 和突发模式效率

将 MODE 引脚连接至 V_{MAX} 引脚，以便始终允许自动突发模式操作。即使当 MODE 引脚电平很高时，LTC3455 也将只在负载电流很低时才进入突发模式。对于许多对噪声敏感的应用而言，在特定的时间段（即无线设备的发送或接收周期中）可能不希望采用突发模式，但在其他的时间段（即当设备处于低功耗待机模式时）则非常希望采用突发模式。可采用 MODE 引脚来随时使能突发模式操作或使其失效，从而在最需要的场合同时提供低噪声和低功耗操作。在启动时的最初 200ms 时间里以及可使用外部电源的时候均使突发模式失效，即使 MODE 引脚被拉至高电平也是如此。

图 8 示出了在 $V_{IN}=3.6V$ 、 $V_{OUT1}=1.8V$ 且 $I_{OUT1}=25\text{mA}$ 的条件下，开关电源 1 的开关波形（包括 PWM 模式和突发模式操作）。

Burst Mode 是凌特公司的注册商标。

应用信息

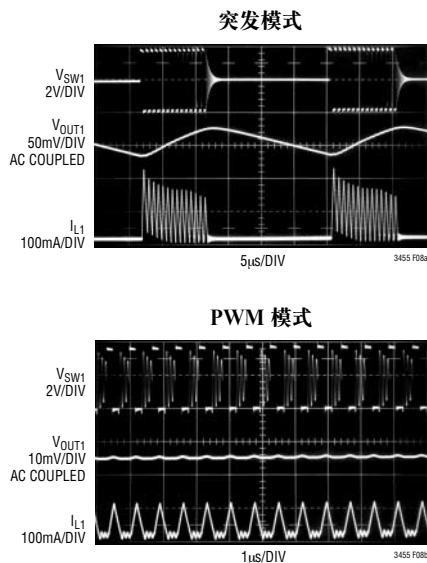


图 8：突发模式和 PWM 模式波形

每个开关电源的软起动

软起动是通过逐步增加每个开关电源的峰值电感器电流来完成的。这使得每个输出都能够缓慢上升，从而有助于最大限度地减小电池涌入电流。图 9 示出了启动期间的电池电流。当每个开关电源首次接通时，或者在发生一个故障条件(热停机或 UVLO)之后，将出现一个软起动周期。

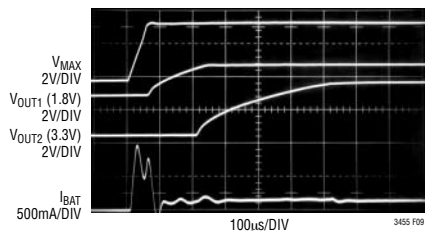


图 9：启动时的涌入电流

涌入电流限制

当 LTC3455 采用电池供电时，一个 0.15Ω 的内部 PMOS 开关将电池 (V_{BAT} 引脚) 连接至 V_{MAX} 引脚，以便为两个开关电源以及其他的内部电路提供电源。该 PMOS 开关在待机模式中被关断，且 V_{MAX} 引脚放电至地，从而为所有的输出提供输出断接。在启动时，该 PMOS 开关必须首先将 V_{MAX} 引脚上的所有电容充电至电池电压。为了最大限度地减小需从电池吸收的涌入电流，PMOS 开关被电流限制为 900mA，而且，当 V_{MAX} 引脚电压斜坡上升时，使两个开关电源同时失效。一旦 V_{MAX} 引脚达到电池电压，PMOS 开关的电流限值即增加至 4A，且两个开关电源均被允许接通。图 9 示出了 LTC3455 的启动电池电流，当 V_{MAX} 引脚电压斜坡上升以及当两个开关电源的输出均上升之时，该电流处于精确受控状态。

电池充电器一般信息

当 USB 或交流电源接入时(由 USB 和 WALLFB 引脚来检测)，电池充电器和开关电源 1 将始终被使能。这就确保了当可以使用外部电源时电池能够被充电，而且微控制器处于运行状态。某些应用可能不希望充电器在施加外部电源时立即开始动作。对于此类应用，可以采用一个 NMOS 开关将 R_{PROG} 电阻器断接并允许 PROG 引脚浮动至高电平，从而关断充电器。这样，充电操作将只在得到微控制器允许的情况下才进行。

LTC3455 电池充电器是一个恒定电流、恒定电压充电器。在恒定电流模式中，最大充电电流由一个外部电阻器来设定。当电池电压达到最终浮动电压时，由于充电器切换至恒定电压模式，充电电流因而开始减小。充电周期只由充电定时器来终止。

应用信息

充电和再充电周期

当外部电源首次施加时, 将始终启动一个新的充电周期。电池将继续充电直至达到设定的充电时间为止。如果在该充电周期结束时电池电压低于 4.05V, 则 LTC3455 将启动一个新的充电周期。该动作将继续下去, 直到电池电压超过 4.05V 门限为止。该操作通常只在利用 USB 电源来充电时进行。由于在 LTC3455 采用 USB 供电时充电电流会发生巨大变化, 所以与采用交流适配器相比, 采用 USB 电源时的电池充电时间长得多。如果定时器充电器选择正确, 则当可以采用交流电源时, 电池应在一个充电周期内达到满充电状态。

如果电池电压在一个充电周期结束后超过 4.05V 门限, 则充电将停止。此刻, 如果发生下列情形中的任何一种, 则将启动一个再充电周期: 电池电压降至 4.05V 以下、外部电源被移开后再度施加、PROG 引脚被短暂浮置、或 SUSPEND 引脚被短暂拉至高电平(如果 LTC3455 采用 USB 电源的话)。

充电电流的设置

利用一个连接在 PROG 引脚和 GND 之间的外部电阻器(采用最接近标准阻值且精度为 1% 的电阻器)来设置最大充电电流:

$$R_{\text{PROG}} = 1000 \cdot 1.23\text{V} / I_{\text{BAT}}$$

只要采用 USB 电源(无交流适配器), 则应选择 2.49k Ω (或更大)的 R_{PROG} 阻值, 以便把最大充电电流设定为 500mA。如果同时使用了一个交流适配器, 则可将 I_{CHARGE} 设定为高达 1A (利用一个 1.24k Ω 的 R_{PROG} 阻值), 当采用 USB 供电时, USB 电源管理器将自动把充电电流回调至 500mA 以下。

充电电流的监视

PROG 引脚上的电压能够准确地指示所有充电条件下的电池充电电流。

$$I_{\text{BAT}} = 1000 \cdot 1.23\text{V} / R_{\text{PROG}}$$

在恒定电流模式中, 应最大限度地减小 PROG 引脚上的电容以确保环路的稳定性。不要直接在 PROG 引脚与地之间布设一个电容器。增设一个外部 R-C 网络(见图 10)可实现对平均(而不是瞬间)电池充电电流的监视。用户更关心的一般是平均充电电流, 尤其是在 LTC3455 采用 USB 供电时更是如此(原因是电池充电电流会因标准负载瞬变的不同而发生显著变化)。

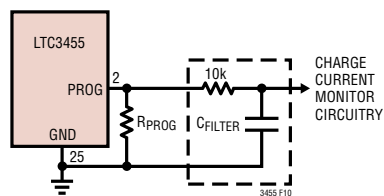


图 10: 监视平均充电电流

电池充电器定时器的设置

TIMER 引脚上的一个外部电容器负责设定总充电时间。当该定时器计时结束时, 充电周期终止且 $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚呈高阻抗状态。总充电时间被设定为:

$$T_{\text{TIMER}} (\text{小时}) = C_{\text{TIMER}} \cdot (3 \text{ 小时}) / (0.1\mu\text{F})$$

涓流充电和失效电池检测

如果电池电压在充电周期的始端低于 2.85V, 则充电器将进入涓流充电模式, 从而将充电电流降至其设定全标度值的 10%。如果低电池电压的持续时间达到设定的总充电时间的 1/4, 则认为电池失效, 充电周期被终止, 且 $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚变至高阻抗状态。如果发生下面任何一种情形, 则该故障将被清除: 电池电压升至 2.85V 以上, 外部电源被移开后再度施加、PROG 引脚被短暂浮置、或者 SUSPEND 引脚被短暂拉至高电平(如果 LTC3455 采用 USB 电源的话)。即使充电器因为涓流充电超时而关断, 该器件仍将正常地从 USB 或交流电源获得工作电压。

应用信息

电池充电器热限制

如果片温度试图升至约 105°C 以上, 则一个内部热限制电路将使充电电流减小。这能够防止 LTC3455 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 LTC3455 的风险。该热限制电路所具有的另一个优点是能够在保证充电器将在最坏情况下自动减小电流的前提下, 根据某一给定应用的典型 (而不是最坏情况) 环境温度来设定充电电流。

CHRG 状态输出

CHRG 引脚在电池充电器被使能时由一个内部 N 沟道 MOSFET 拉至低电平, 并在电池充电器失效时被强制为高阻抗状态。该 NMOS 器件能够驱动一个外部 LED。该引脚不提供任何 C/I/O 信息。

采用 USB 供电时的特殊充电器功能

LTC3455 具有几项有助于从 USB 电源获取最大可用功率的特殊功能。内部 USB 功率控制器可自动地把电池充电电流调小, 以帮助将总系统电流保持在精确的 $500\text{mA}/100\text{mA}$ USB 限值以下。图 11 中的曲线表明了充电电流 I_{BAT} 是如何随著系统其余部分电流需求的增加 (两个开关电源以及所有其他的外部器件均从 V_{MAX} 引脚获取电流) 而减小的。总 USB 电流 I_{USB} 始终低于 500mA 。

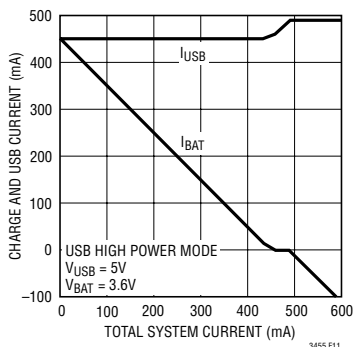


图 11：充电电流与总系统电流的关系曲线

当 USB 电压降至 4.5V 以下时, 充电电流逐渐减小 (并最终在该电压降至 4V 左右时被切断)。这有助于防止在采用很长的阻性 USB 电缆时发生不稳定问题。图 12 示出了充电电流的这种减小情况。

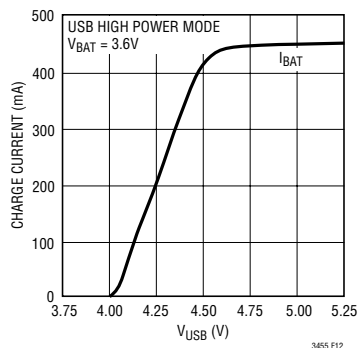


图 12：充电电流与 USB 电压的关系曲线

由于在 LTC3455 采用 USB 供电时充电电流会发生巨大变化, 所以与采用交流适配器相比, 采用 USB 电源时的电池充电时间长得多。

只恒定电流充电器/使充电器定时器失效

为了在只恒定电流模式中使用充电器, 应将 TIMER 引脚连接至 V_{MAX} 引脚来使定时器、电压放大器和涓流充电功能失效。如仅需使定时器失效而将所有其他功能保持原样, 则应将 TIMER 引脚连接至 GND。由于充电周期只由充电定时器来终止, 所以当采用上述任一种方法时都需要进行外部充电终止。采用一个外部 NMOS 开关来把 PROG 引脚浮置并使充电功能失效。

对于始终采用 USB 电源或交流适配器来供电的系统来说, 只恒定电流模式是一种上佳的选择, 而且充电器可被用来对一个特大的电容器或后备电池进行充电。使电压放大器失效将允许特大电容器/后备电池被满充电至可用的 USB 或交流适配器电压。

应用信息

热插拨输出

一个电流限制热插拨输出被提供以用于为那些能够在系统上进行带电插拨操作的存储卡或其他外部设备供电。这通常与 3.3V 电源相连的输出提供了用于防止外部设备在插入时对 3.3V 电源产生干扰的隔离。热插拨输出只能在 LTC3455 接通时进行操作, 并采用 HSON 引脚来使能。如果不需要这种热插入保护, 则该输出可被用作一个用于系统内部其他设备的负载开关。当 LTC3455 关断时, HSO 引脚被放电至地。

增益部件

LTC3455 包含一个增益部件(引脚 AI 和 AO), 它既可被用作低电池电量指示器, 也可以用作附加了一个外部 PNP 的 LDO。图 13 示出了这两种电路。对于需要第三个输出(可能是一个低电流的 2.5V 电源或一个无噪声 3V 电源)的应用而言, LDO 是方便的。AO 引脚能够吸收约 1mA 的电流, 这通常会把 LDO 电流限制在 100mA 或更小的数值上(由于 PNP 电流增益的缘故)。可将一个外部 PMOS 用于 LDO, 但需要采用一个大得多的输出电容器, 以便确保轻负载条件下的稳定性。

增益部件在开关电源 1 被使能时处于运行状态, 并在器件停机期间被关断, 以最大限度地减少电池

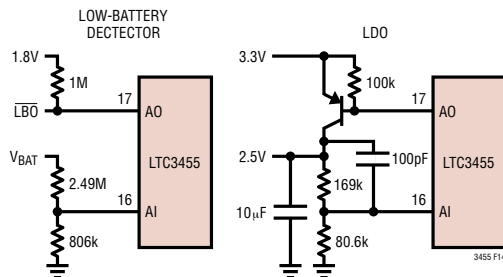


图 13: 采用增益部件的低电池电量检测器和 LDO

漏泄。这意味着低电池电量检测器在 LTC3455 接通之前不会通告低电池电量条件。对于大多数应用来说这都不是问题, 因为 LTC3455 通常会对系统中的微控制器以及所有其他的智能型元件供电。

PCB 布局的考虑

与所有的 DC/DC 转换器一样, 对于印刷电路板 (PCB) 排版和元件布局必须格外留意。 V_{BAT} 电容器、 V_{MAX} 电容器和两个开关电源的电感器均必须布设在尽可能靠近 LTC3455 的地方。这些元件以及两个 DC/DC 转换器的输出电容器都应当与 LTC3455 安放在电路板的同一面上, 并在顶层完成其连接。在这些元件的下方布设一个与 LTC3455 的裸露衬垫相连的局部、连续接地平面。裸露衬垫(引脚 25)必须焊接至 PCB (至系统地) 以确保器件的正确操作。

典型应用

具有临时后备功率的独立型 USB 电源

虽然 LTC3455 主要是为采用锂离子电池供电的便携式应用而设计的, 但它同样也是那些始终采用 USB 电源或交流适配器来供电的系统的上佳选择。这样, 电池充电器就可以被用来给一个大电容器或后备电池充电, 当外部电源被拿掉之后, 该大电容器或后备电池可短暂地为系统供电。这就在主电源被突然移开时为微控制器提供了用于遵从正确的停

机程序所需的足够时间。图 14 示出了一种面向 USB 高功率应用(最大 USB 电流为 500mA)而采用 LTC3455 的独立型电源。应将总系统功耗维持在 1.8W 以下, 以确保最坏 USB 条件下的“无干扰”操作。当采用图示的电阻值时, 低电池电量指示器(AI 和 AO 引脚)将在 V_{MAX} 引脚电压降至 4V 时被触发, 并通告微控制器即将出现一个压降状态。连接在 AI 和 AO 引脚之间的一个 1M Ω 电阻器可提供 150mV

典型应用

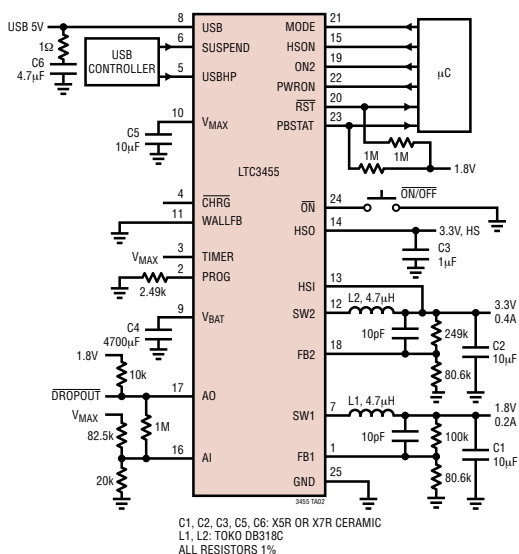


图 14：具有临时后备功率的
独立型 USB 电源

的迟滞(压降指示器维持在低电平,直到 V_{MAX} 引脚电压回升至 4.15V 以上为止)。一个与 V_{BAT} 引脚相连的 4700µF 备用电容器能够在 USB 电源被拿掉之后短暂地为系统供电,并且有助于对略高于 USB 电流限值的瞬变负载提供支持。将该大电容器连接至 V_{BAT} 引脚有多项优点。它提供了一个与 USB 引脚(USB 规范将 USB 电源引脚上的电容限制为 10µF 或更小)和 V_{MAX} 引脚(在该引脚上采用一个非常大的电容将使系统接通被延迟)相隔离的大电能储存器,并通过采用电池充电器为该电容器进行缓慢充电来防止涌入电流过大(一般来说,采用一个如此之大的电容器有可能产生非常大的涌入电流)。当 TIMER 引脚与 V_{MAX} 引脚相连时,电池充电器工作于恒定电流模式(电压环路和定时器功能均失效),所以该 4700µF 电容器始终被充满电至可用的 USB 电压。

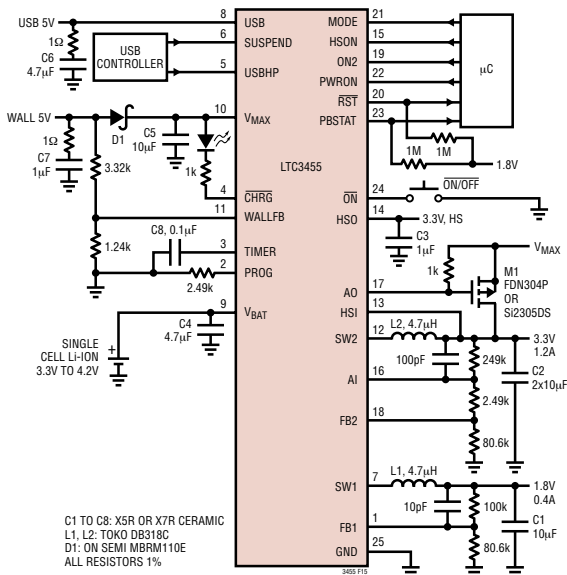


图 15：LTC3455 应用 (3.3V 输出电流
增至 1.2A)

将 3.3V 输出电流增至 1.2A

当内部电流限值为 900mA 时,开关电源 2 通常提供一个 3.3V、600mA 的输出。虽然该输出电流对许多便携式设备而言已经足够了,但有些应用则需要一个能够提供 1A 以上电流的 3.3V 电源。图 15 示出了采用 LTC3455 来实现一个供电电流更高的 3.3V 输出的方法。通过增设一个采用纤巧型 SOT23 封装的 PMOS 开关并将 AI/AO 放大器用作一个 LDO, 3.3V 输出便能够提供 1.2A 输出电流。开关电源 2 是针对 3.3V 输出电压而设置的, LDO 则是针对 3.2V (低 3%) 输出电压而设置的。只要负载电流低到足以由开关电源 2 来提供, LDO 就将完全关断。该电路非常适用于那些只短暂地需要较高的 3.3V 输出电流的应用。一般将由开关电源 2 来提供全部的输出电流,而 LDO 则在需要提供较高的负载电流时短暂接通。

典型应用

当负载电流超过了开关电源 2 的供电能力时，3.3V 输出略有下降且 LDO 提供所需的额外电流。图 16 示出了当 3.3V 输出电流从 0.5A 阶跃至 1.2A 时的瞬态响应。可增加输出电容以改善这些高电流负载阶跃期间的 3.3V 瞬态响应。

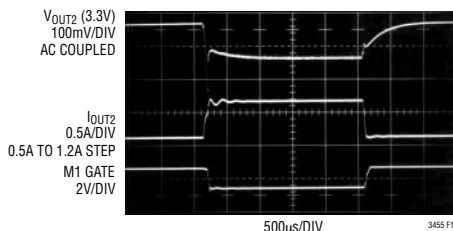
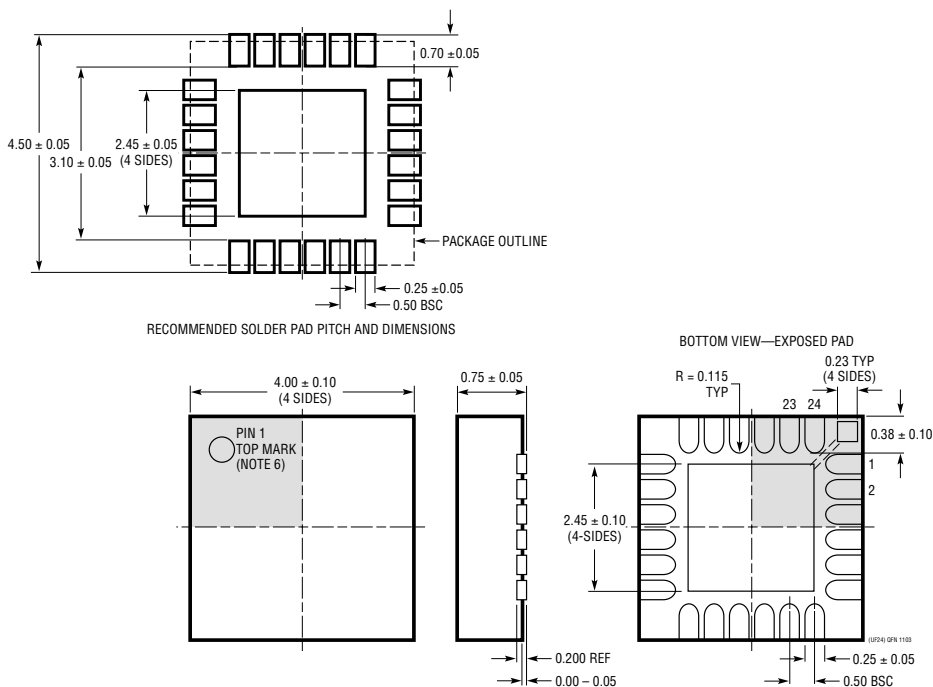


图 16 : 3.3V 输出的负载电流阶跃 (从 0.5A 至 1.2A)

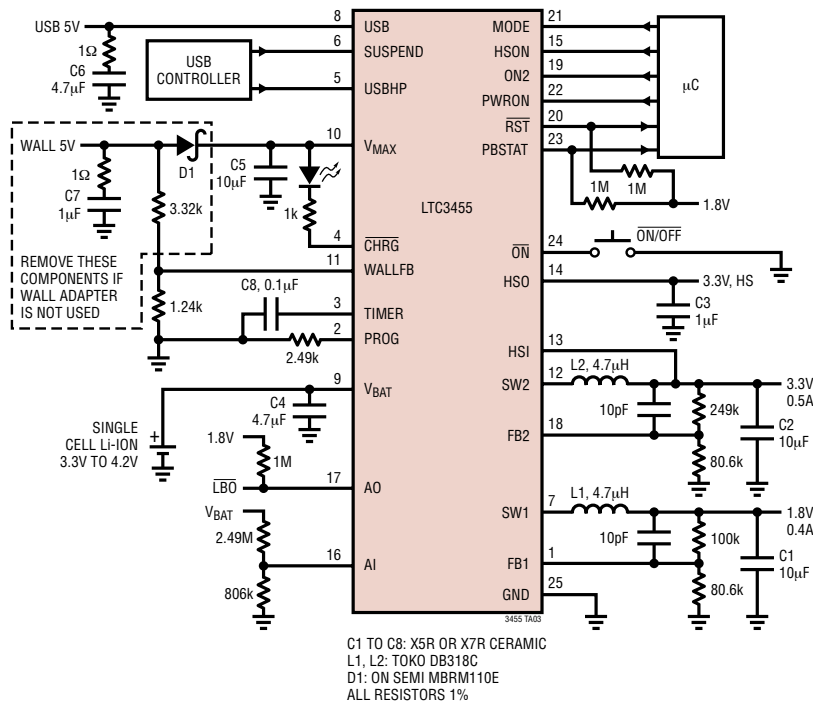
封装描述

UF 封装 24 引脚塑料 QFN (4mm×4mm) (参考 LTC DWG # 05-08-1697)



- NOTE:
1. DRAWING PROPOSED TO BE MADE A JEDEC PACKAGE OUTLINE MO-220 VARIATION (WGGD-X)—TO BE APPROVED
 2. DRAWING NOT TO SCALE
 3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 4. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE, IF PRESENT
 5. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
 6. SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

典型应用



相关器件

器件型号	描述	备注
LT1616	500mA (I_{OUT})、1.4MHz 高效降压型 DC/DC 转换器	效率达 90%、 V_{IN} : 3.6V 至 25V, $V_{OUT(MIN)} = 1.25V$, $I_Q = 1.9mA$, $I_{SD} < 1\mu A$, ThinSOT 封装
LT1879	1.2A (I_{OUT})、550kHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、 V_{IN} : 2.7V 至 10V, $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$, $I_Q = 15\mu A$, $I_{SD} < 1\mu A$, TSSOP16 封装
LTC3405/LTC3405A	300mA (I_{OUT})、1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、 V_{IN} : 2.7V 至 6V, $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$, $I_Q = 20\mu A$, $I_{SD} < 1\mu A$, ThinSOT 封装
LTC3406/LTC3406B	600mA (I_{OUT})、1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 96%、 V_{IN} : 2.5V 至 5.5V, $V_{OUT(MIN)} = 0.6V$, $I_Q = 20\mu A$, $I_{SD} < 1\mu A$, ThinSOT 封装
LTC3407	双 600mA (I_{OUT})、1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 96%、 V_{IN} : 2.5V 至 5.5V, $V_{OUT(MIN)} = 0.6V$, $I_Q = 40\mu A$, $I_{SD} < 1\mu A$, MS10E 封装
LTC3412	2.5A (I_{OUT})、4MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、 V_{IN} : 2.5V 至 5.5V, $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$, $I_Q = 60\mu A$, $I_{SD} < 1\mu A$, TSSOP16E 封装
LTC3414	4A (I_{OUT})、4MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、 V_{IN} : 2.25V 至 5.5V, $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$, $I_Q = 64\mu A$, $I_{SD} < 1\mu A$, TSSOP16E 封装
LTC3440/LTC3441	600mA/1A (I_{OUT})、2MHz/1MHz 同步降压-升压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、 V_{IN} : 2.5V 至 5.5V, $V_{OUT(MIN)} = 2.5V$, $I_Q = 25\mu A/50\mu A$, $I_{SD} < 1\mu A$, MS/DFN 封装