

# 具最大功率点跟踪 (MPPT) 功能的高电压、大电流降压-升压型电池充电控制器

## 描述

LT®8490 是一款降压-升压型开关稳压器电池充电器，其执行一种用于大多数电池类型的恒定电流恒定电压 (CCCV) 充电模式，包括密封型铅酸 (SLA) 电池、富液电池、凝胶电池和锂离子电池。该器件可采用高于、低于或等于输出电压的输入电压运作，并能由太阳能电池板或 DC 电源供电。片内逻辑电路提供了面向太阳能供电型应用的自动最大功率点跟踪 (MPPT) 功能。LT8490 可通过检测一个热耦合至电池的外部热敏电阻来完成自动温度补偿。包含充电器信息的 STATUS 和 FAULT 引脚可用于驱动 LED 指示灯。该器件采用扁平 (0.75mm) 7mm x 11mm 64 引线 QFN 封装。

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。Hot Swap 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。

## 特点

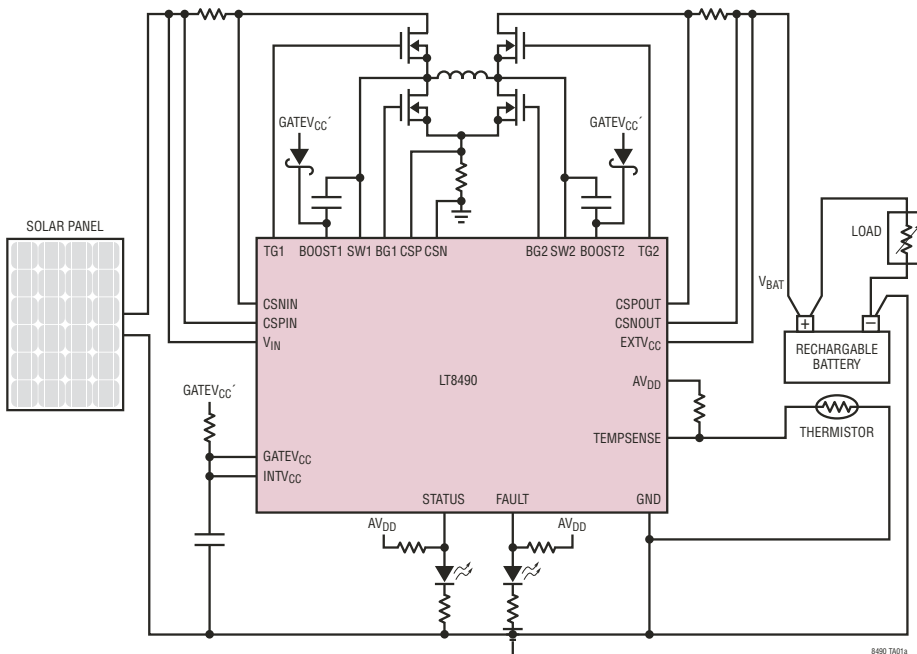
- $V_{IN}$  范围：6V 至 80V
- $V_{BAT}$  范围：1.3V 至 80V
- 单电感器架构允许  $V_{IN}$  高于、低于或等于  $V_{BAT}$
- 用于太阳能供电型充电的自动 MPPT
- 自动温度补偿
- 无需进行软件或固件开发
- 可采用太阳能电池板或 DC 电源供电运作
- 输入和输出电流监视器引脚
- 4 个集成反馈环路
- 可同步的固定频率：100kHz 至 400kHz
- 64 引脚 (7mm x 11mm x 0.75mm) QFN 封装

## 应用

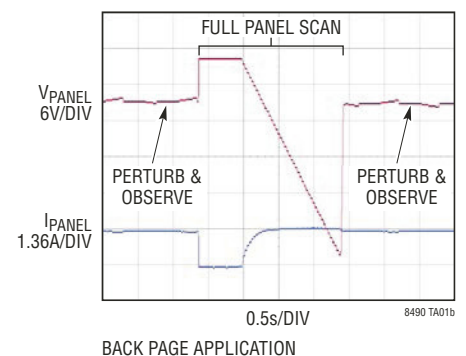
- 太阳能供电型电池充电器
- 多种类型的铅酸电池充电
- 锂离子电池充电器
- 配备电池的工业或便携式军用设备

## 典型应用

简化的太阳能供电型电池充电器原理图



最大功率点跟踪



# LT8490

## 绝对最大额定值

(注 1)

$V_{CSP} - V_{CSN}$ , $V_{CSPIN} - V_{CSNIN}$ ,	
$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT}$ .....	-0.3V 至 0.3V
SS, CLKOUT, CSP, CSN 电压 .....	-0.3V 至 3V
$V_C$ 电压 (注 2) .....	-0.3V 至 2.2V
LDO33, $V_{DD}$ , $A_{VDD}$ 电压 .....	-0.3V 至 5V
RT, FBOUT 电压 .....	-0.3V 至 5V
IMON_IN, IMON_OUT 电压 .....	-0.3V 至 5V
SYNC 电压 .....	-0.3V 至 5.5V
$INTV_{CC}$ , $GATEV_{CC}$ 电压 .....	-0.3V 至 7V
$V_{BOOST1} - V_{SW1}$ , $V_{BOOST2} - V_{SW2}$ .....	-0.3V 至 7V
SWEN, MODE 电压 .....	-0.3V 至 7V
SRVO_FBIN, SRVO_FBOUT 电压 .....	-0.3V 至 30V
SRVO_IIN, SRVO_IOUT 电压 .....	-0.3V 至 30V
FBIN, $\overline{SHDN}$ 电压 .....	-0.3V 至 30V
CSNIN, CSPIN, CSPOUT, CSNOUT 电压 ..	-0.3V 至 80V
$V_{IN}$ , $EXTV_{CC}$ 电压 .....	-0.3V 至 80V
SW1, SW2 电压 .....	81V (注 5)
BOOST1, BOOST2 电压 .....	-0.3V 至 87V
BG1, BG2, TG1, TG2 .....	(注 4)
IOW, ECON, CLKDET 电压 .....	-0.3V 至 $V_{DD} + 0.5V$
SWENO, STATUS 电压 .....	-0.3V 至 $V_{DD} + 0.5V$
FBOW, FBIW, FAULT 电压 .....	-0.3V 至 $V_{DD} + 0.5V$
VINR, FBOR, IIR, IOR 电压 .....	-0.3V 至 $V_{DD} + 0.5V$
TEMPSENSE 电压 .....	-0.3V 至 $V_{DD} + 0.5V$
CHARGECFG2,	
CHARGECFG1 电压 .....	-0.3V 至 $V_{DD} + 0.5V$

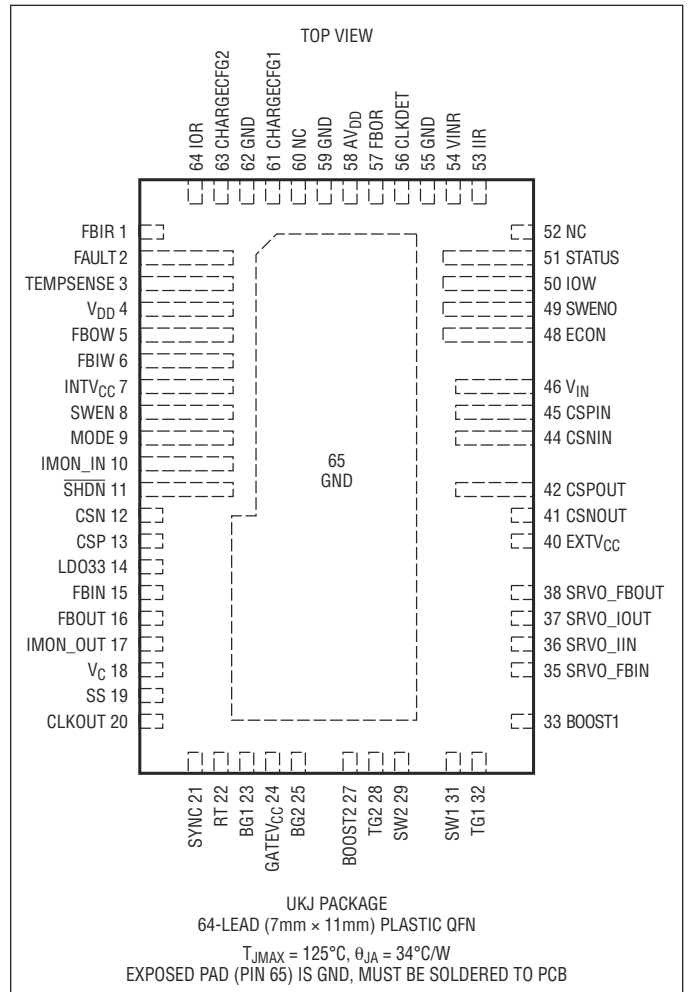
工作结温范围

LT8490E (注 1、3) ..... -40°C 至 125°C

LT8490I (注 1、3) ..... -40°C 至 125°C

贮存温度范围 ..... -65°C 至 150°C

## 引脚配置



## 订购信息

无铅涂层	卷带	器件标记 *	封装描述	温度范围
LT8490EUKJ#PBF	LT8490EUKJ#TRPBF	LT8490UKJ	64 引脚 (7mm x 11mm) 塑料 QFN	-40°C 至 125°C
LT8490IUKJ#PBF	LT8490IUKJ#TRPBF	LT8490UKJ	64 引脚 (7mm x 11mm) 塑料 QFN	-40°C 至 125°C

对于规定工作温度范围更宽的器件, 请咨询凌力尔特公司。 \* 温度等级请见集装箱上的标识。

如需了解更多有关无铅器件标记的信息, 请登录: <http://www.linear.com.cn/leadfree/>

如需了解更多有关卷带规格的信息, 请登录: <http://www.linear.com.cn/tapeandreeel/>

**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  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_{IN} = 12\text{V}$ ，  $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$ ，  $\overline{\text{SHDN}} = 3\text{V}$ ，除非特别说明。(注 3)

参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
<b>电压电源和稳压器</b>						
$V_{IN}$ 工作电压范围 (注 7)		●	6	80		V
$V_{IN}$ 静态电流	未执行开关操作， $V_{EXTVCC} = 0$ ， $V_{DD} = AV_{DD} = \text{浮动}$			2.65	4.2	mA
待机模式中的 $V_{IN}$ 静态电流	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0\text{V}$			0	1	$\mu\text{A}$
$V_{DD}$ 静态电流	$I_{AVDD} + I_{VDV}$ ， $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$	●	2.5	4	6.5	mA
$EXTV_{CC}$ 切换电压	$I_{INTVCC} = 20\text{mA}$ ， $V_{EXTVCC}$ 上升	●	6.15	6.4	6.6	V
$EXTV_{CC}$ 切换迟滞				0.18		V
LDO33 引脚电压	从 LDO33 引脚提供 5mA	●	3.23	3.295	3.35	V
LDO33 引脚负载调节	$I_{LDO33} = 0.1\text{mA}$ 至 5mA			-0.25	-1	%
LDO33 引脚电流限值		●	12	17.25	22	mA
LDO33 引脚欠压闭锁	LDO33 下降		2.96	3.04	3.12	V
LDO33 引脚欠压闭锁迟滞				35		mV
<b>开关稳压器控制</b>						
$\overline{\text{SHDN}}$ 输入电压高	$\overline{\text{SHDN}}$ 上升以使能器件	●	1.184	1.234	1.284	V
$\overline{\text{SHDN}}$ 输入电压高迟滞				50		mV
$\overline{\text{SHDN}}$ 输入电压低	器件停用，低静态电流	●			0.35	V
$\overline{\text{SHDN}}$ 引脚偏置电流	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 3\text{V}$ $V_{\overline{\text{SHDN}}} = 12\text{V}$			0 11	1 22	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
SWEN 上升门限电压		●	1.156	1.206	1.256	V
SWEN 门限电压迟滞				22		mV
MODE 引脚门限	不连续模式 强制连续模式	● ●			2.3	V V
针对 CCM 操作的 IMON_OUT 上升门限	MODE = 0V	●	168	195	224	mV
针对 DCM 的 IMON_OUT 下降门限	MODE = 0V	●	95	122	150	mV
<b>电压调节</b>						
FBOUT 的调节电压	$V_C = 1.2\text{V}$ ， $EXTV_{CC} = 0\text{V}$	●	1.193	1.207	1.222	V
FBIN 的调节电压	$V_C = 1.2\text{V}$ ， $EXTV_{CC} = 0\text{V}$	●	1.184	1.205	1.226	V
FBOUT 引脚偏置电流	流出引脚的电流			15		nA
FBIN 引脚偏置电流	流出引脚的电流			10		nA
<b>电流调节</b>						
IMON_IN 和 IMON_OUT 的调节电压	$V_C = 1.2\text{V}$ ， $EXTV_{CC} = 0\text{V}$	●	1.187	1.208	1.229	V
IMON_IN 输出电流	$V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 50\text{mV}$ ， $V_{CSPIN} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 50\text{mV}$ ， $V_{CSPIN} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 0\text{mV}$ ， $V_{CSPIN} = 5\text{V}$	● ● ●	54 53 2.5	57 57 7	60 61 11.5	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
IMON_IN 过压门限		●	1.55	1.61	1.67	V
IMON_OUT 输出电流	$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 50\text{mV}$ ， $V_{CSPOUT} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 50\text{mV}$ ， $V_{CSPOUT} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 5\text{mV}$ ， $V_{CSPOUT} = 5.0025\text{V}$ $V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 5\text{mV}$ ， $V_{CSPOUT} = 5.0025\text{V}$	● ● ● ●	47.5 47 3.25 2.75	50 50 5 5	52.5 54.25 6.75 8	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
IMON_OUT 过压门限		●	1.55	1.61	1.67	V

# LT8490

**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  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_{IN} = 12\text{V}$ ，  $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$ ，  $\overline{\text{SHDN}} = 3\text{V}$ ，除非特别说明。(注 3)

参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
<b>开关稳压器振荡器 (OSC1)</b>						
开关频率范围	同步或自由运行		100	400		kHz
开关频率, $f_{\text{OSC}}$	$R_T = 365\text{k}$	●	102	120	142	kHz
	$R_T = 215\text{k}$	●	170	202	235	kHz
	$R_T = 124\text{k}$	●	310	350	400	kHz
用于同步的 SYNC 高电平		●	1.3			V
用于同步的 SYNC 低电平		●		0.5		V
SYNC 时钟脉冲占空比	$V_{\text{SYNC}} = 0\text{V}$ 至 $2\text{V}$		20		80	%
建议的最小 SYNC 比, $f_{\text{SYNC}}/f_{\text{OSC}}$				3/4		
CLKOUT 输出电压高	从 CLKOUT 引脚输出 $1\text{mA}$		2.3	2.45	2.55	V
CLKOUT 输出电压低	向 CLKOUT 引脚输入 $1\text{mA}$			25	100	mV
CLKOUT 占空比	$T_J = -40^\circ\text{C}$			22.7		%
	$T_J = 25^\circ\text{C}$			44.1		%
	$T_J = 125^\circ\text{C}$			77		%
<b>充电控制</b>						
STATUS, FBOW, FBIW, SWENO, IOW, ECON 输出低电压	$I_{\text{OL}} = 5\text{mA}$	●		0.22	0.5	V
STATUS, FBOW, FBIW, SWENO, IOW, ECON 输出高电压	$I_{\text{OH}} = -5\text{mA}$	●	2.7	3.0		V
FAULT 输出电压低	$I_{\text{OL}} = 0.5\text{mA}$	●		0.1	0.25	V
FAULT 输出电压高	$I_{\text{OH}} = -0.1\text{mA}$	●	1.7	2.2		V
电源模式检测门限 (注 6)	VINR 引脚电压下降	●	155	174		mV
电源模式检测门限迟滞 (注 6)	VINR 引脚			29		mV
用于启动的最小 VINR 电压 (注 6)	不处于电源模式 低功率模式使能 低功率模式停用	●	380	395	410	mV
		●	213	225	237	mV
IOR 上的高充电电流门限 (注 6)	IOR 上升 → ECON 上升	●	168	195	224	mV
IOR 上的低充电电流门限 (注 6)	IOR 下降 → ECON 下降	●	95	122	150	mV
$AV_{\text{DD}}$ 的最小 CHARGECFG1 % 以用于停用阶段 3 (注 6)	温度补偿功能启用	●	94	95	96	%
$AV_{\text{DD}}$ 的最大 CHARGECFG1 % 以用于停用阶段 3 (注 6)	温度补偿功能停用	●	4	5	6	%
$AV_{\text{DD}}$ 的最小 CHARGECFG2 % 以用于停用时间限制 (注 6)	宽的有效温度范围	●	94	95	96	%
$AV_{\text{DD}}$ 的最大 CHARGECFG2 % 以用于停用时间限制 (注 6)	窄的有效温度范围	●	4	5	6	%
$AV_{\text{DD}}$ 的最小 TEMPESENSE % 以用于检测电池断接 (注 6)		●	94.5	96	97.5	%
用于 C/5 检测的 $V_{\text{CSPOUT}} - V_{\text{CSNOUT}}$ 门限 (注 6)	$V_{\text{CSXOUT}}$ 共模 = $5.0\text{V}$ ，连接在 IMON_OUT 和地之间的 $R_{\text{TOTAL}} = 24.3\text{k}\Omega$		9	10	11	mV
用于 C/10 检测的 $V_{\text{CSPOUT}} - V_{\text{CSNOUT}}$ 门限 (注 6)	$V_{\text{CSXOUT}}$ 共模 = $5.0\text{V}$ ，IOR 下降，连接在 IMON_OUT 和地之间的 $R_{\text{TOTAL}} = 24.3\text{k}\Omega$		4.25	5	5.75	mV
FBIW、FBOW PWM 频率 (OSC2)				31.25		kHz
FBIW、FBOW PWM 分辨率				8		位
STATUS UART 位速率		●	2160	2400	2640	波特
内部 A/D 分辨率				10		位

8490f

## 电特性

**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：**不要在  $V_C$  引脚上施加电压。

**注 3：**LT8490E 保证在  $0^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  的结温范围内满足性能指标的要求。 $-40^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  工作结温范围内的规格指标由设计、特性分析和统计过程控制中的相关性来保证。LT8490I 的性能指标在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  的整个结温范围内得到保证。

**注 4：**不要在这些引脚上施加一个电压源或电流源。它们必须仅连接至容性负载，否则有可能造成永久性的损坏。

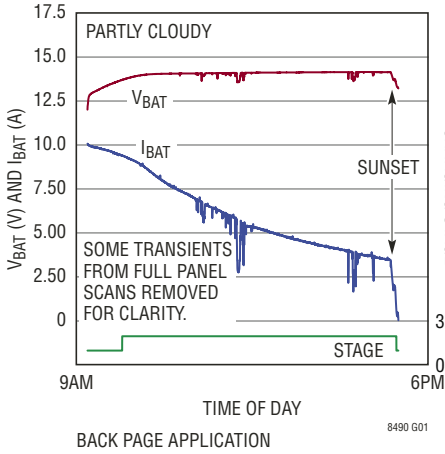
**注 5：**在应用中，SW1 和 SW2 引脚上的负电压受限于外部 NMOS 器件 M2 和 M3 的体二极管或并联的肖特基二极管 (如果存在的话)。SW1 和 SW2 引脚可容许这些负电压超过“地电位 — 一个二极管压降”，这由设计提供保证。

**注 6：**这些门限由内部 A-D 转换器来测量。A-D 基准电压为  $AV_{DD}$ 。 $AV_{DD}$ 、 $V_{DD}$  和一个额外的  $2.8\text{mA}$  负载由 LDO33 来调节，以生成用于这些测量的  $AV_{DD}$  基准。绝对门限电压将随着  $AV_{DD}$  电压中的对应变化而改变。

**注 7：**如果使能了低功率模式，则太阳能供电型启动所需的最小  $V_{IN}$  为  $10\text{V}$ 。

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

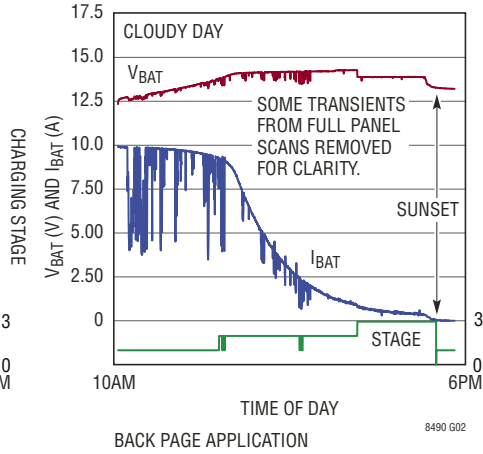
太阳能供电型充电铅酸电池 “A”



BACK PAGE APPLICATION

8490 G01

太阳能供电型充电铅酸电池 “B”



BACK PAGE APPLICATION

8490 G02

太阳能供电型充电锂离子电池

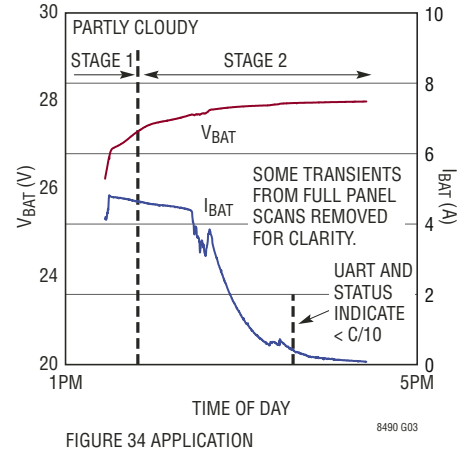
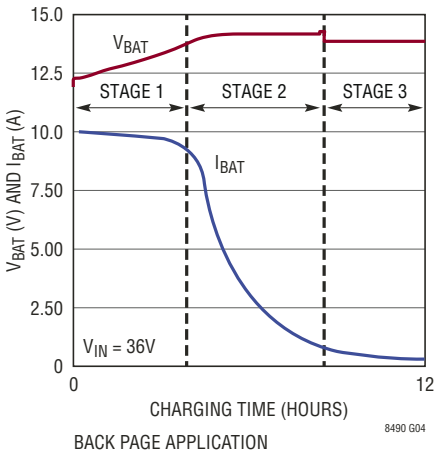


FIGURE 34 APPLICATION

8490 G03

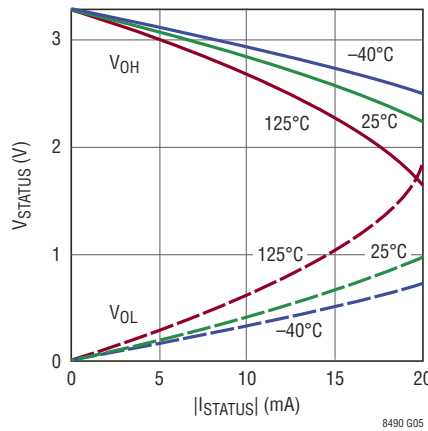
电源模式充电铅酸电池 “B”



BACK PAGE APPLICATION

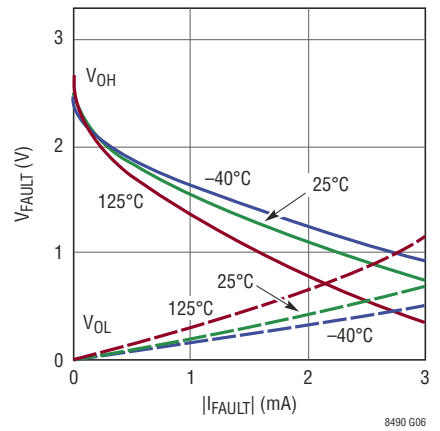
8490 G04

STATUS  $V_{OH}$  和  $V_{OL}$   
( $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3V$ )



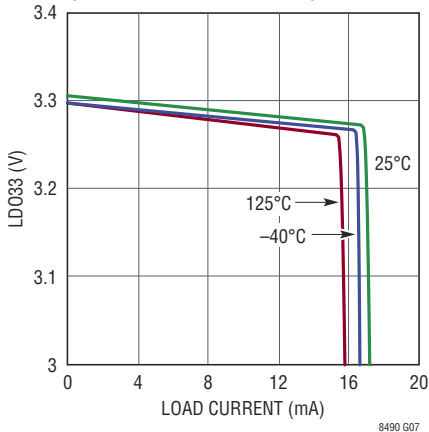
8490 G05

FAULT  $V_{OH}$  和  $V_{OL}$   
( $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3V$ )



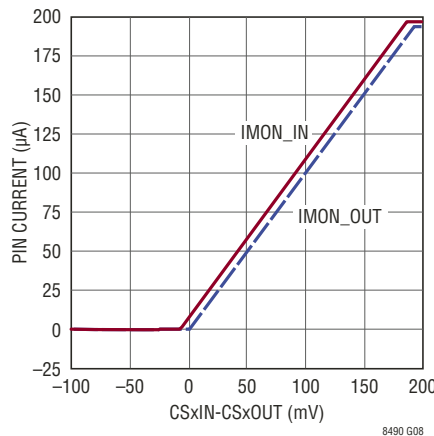
8490 G06

LD033 负载调节  
(未连接至  $AV_{DD}$  和  $V_{DD}$ )



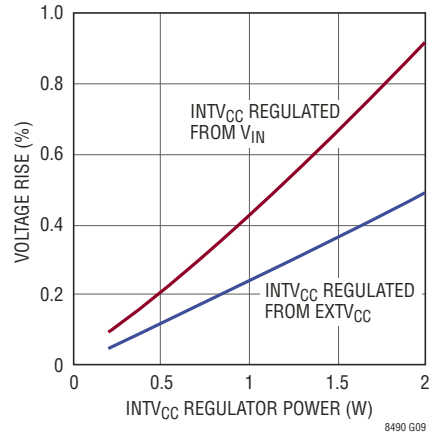
8490 G07

IMON 输出电流



8490 G08

FBOUT, FBIN, IMONIN, IMONOUT 电压上升与功率的关系



8490 G09

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

最大功率点跟踪

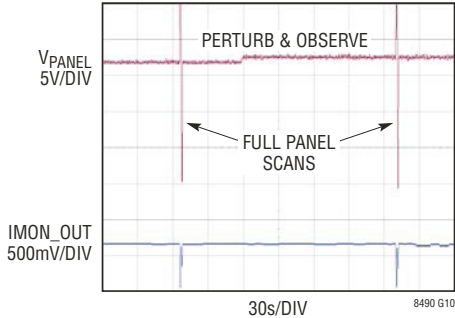


FIGURE 34 APPLICATION

扰乱和观察

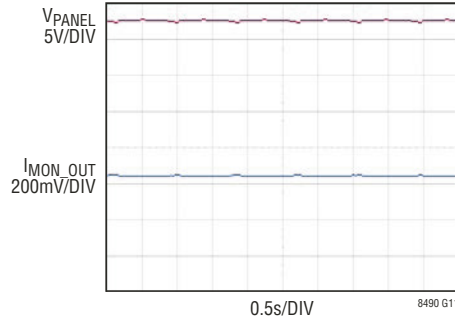


FIGURE 34 APPLICATION

扰乱和观察

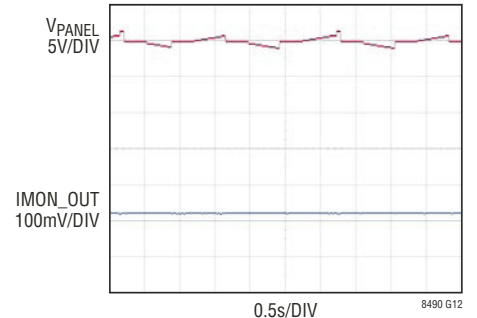


FIGURE 34 APPLICATION

扰乱和观察  
最大功率点跟踪

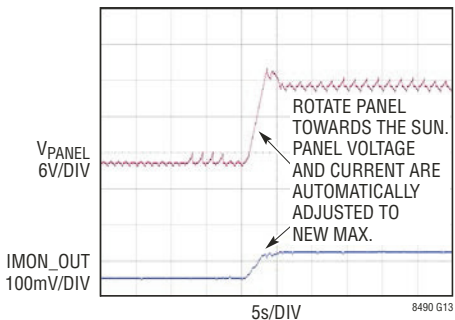


FIGURE 34 APPLICATION

全电池板扫描单个功率峰值

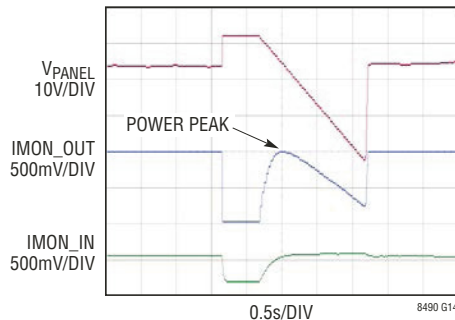


FIGURE 34 APPLICATION

全电池板扫描 — 部分遮蔽  
(具有双功率峰值)

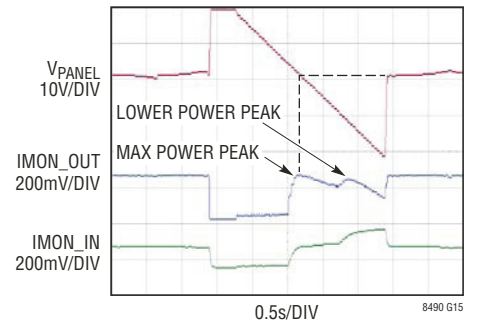


FIGURE 34 APPLICATION

低功率模式中的电池板电压

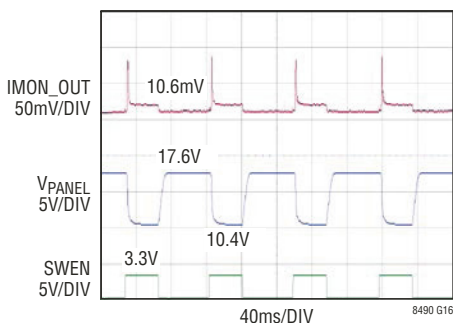


FIGURE 34 APPLICATION

低功率模式中的电池板电压

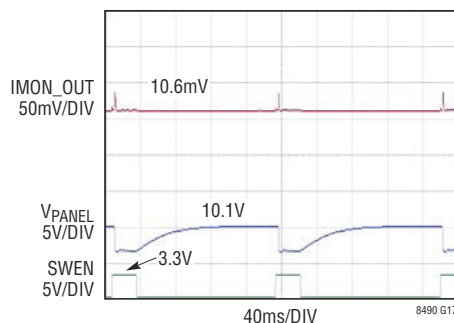


FIGURE 34 APPLICATION

## 引脚功能

**FBIR (引脚 1)** : A/D 输入引脚。连接至 FBIN 引脚以测量输入反馈电压。

**FAULT (引脚 2)** : 故障引脚。该引脚负责产生一个高态有效数字输出，当与一个 LED 配合使用时可提供某种故障情况的可见指示。

**TEMPSENSE (引脚 3)** : A/D 输入引脚。连接至一个热敏电阻分压器网络 (以检测电池温度) 或一个电阻分压器 (如果不用的话)。对该引脚进行密切监视以实施温度补偿并施加温度限制。

**V<sub>DD</sub> (引脚 4)** : 控制逻辑电源引脚。将该引脚连接至 LDO33 和 AV<sub>DD</sub>。

**FBOW (引脚 5)** : PWM 数字输出引脚。通过一个 RCR 网络连接至 FBOUT 以对电池电压进行温度补偿。

**FBIW (引脚 6)** : PWM 数字输出引脚。通过一个 RCR 网络连接至 FBIN 以调节太阳能电池板电压，从而实现最大功率点跟踪 (MPPT)。

**INTV<sub>CC</sub> (引脚 7)** : 内部 6.35V 稳压器输出引脚。连接至 GATEV<sub>CC</sub> 引脚。当 EXTV<sub>CC</sub> 电压高于 6.4V 时，INTV<sub>CC</sub> 从 EXTV<sub>CC</sub> 供电，否则 INTV<sub>CC</sub> 从 V<sub>IN</sub> 供电。通过一个最小 4.7μF 陶瓷电容器将该引脚旁路至地。更多详情请见“开关配置 - MODE 引脚”。

**SWEN (引脚 8)** : 开关使能引脚。连接至 SWENO 引脚。

**MODE (引脚 9)** : 模式引脚。施加至该引脚的电压设定了开关稳压器的操作模式。将该引脚连接至 INTV<sub>CC</sub> 以使不连续电流模式运行。将该引脚连接至地以运作于不连续电流模式 (提供低的电池充电电流) 和连续电流模式 (提供高的电池充电电流)。不要将该引脚浮置。更多详情请见“开关配置 - MODE 引脚”。

**IMON\_IN (引脚 10)** : 输入电流监视器引脚。从该引脚输出的电流与输入电流成比例。更多信息请见“应用信息”部分。

**SHDN (引脚 11)** : 停机引脚。该引脚与 UVLO (欠压闭锁) 电路一起用于使能 / 停用芯片。不要将该引脚浮置。

**CSN (引脚 12)** : 至电感器电流检测和反向电流检测放大器的负 (-) 输入。

**CSP (引脚 13)** : 至电感器电流检测和反向电流检测放大器的正 (+) 输入。V<sub>C</sub> 引脚电压和 CSP 和 CSN 引脚之间的内置偏移设定了电流跳变门限。

**LDO33 (引脚 14)** : 3.3V 稳压器输出。该电源负责为 V<sub>DD</sub> 和 AV<sub>DD</sub> 引脚供电。利用一个最小 4.7μF 陶瓷电容器将该引脚旁路至地。

**FBIN (引脚 15)** : 输入反馈引脚。该引脚连接至输入误差放大器的输入端。

**FBOUT (引脚 16)** : 输出反馈引脚。该引脚把误差放大器输入连接至一个从输出端引出的外部电阻分压器。

**IMON\_OUT (引脚 17)** : 输出电流监视器引脚。从该引脚输出的电流与平均输出电流成比例。更多信息请见“应用信息”部分。

**V<sub>C</sub> (引脚 18)** : 误差放大器输出引脚。把外部补偿网络连接至该引脚。

**SS (引脚 19)** : 软起动引脚。在该引脚和地之间布设一个 100nF 电容。一旦启动，将由一个内部电阻器将该引脚充电至 2.5V。

**CLKOUT (引脚 20)** : 开关稳压器时钟输出引脚。CLKOUT 将以与开关稳压器振荡器 (“方框图”上的 OSC1) 相同的频率变换，或者以与 SYNC 引脚相同的频率变换 (但异相大约 180°)。另外，CLKOUT 也可用作开关稳压器的一个温度监视器，因为 CLKOUT 的占空比随着开关稳压器的结温线性地改变。其通过一个 RC 滤波器连接至 CLKDET。CLKOUT 引脚能够驱动高达 200pF 的容性负载。

**SYNC (引脚 21)** : 如欲使开关频率同步至一个外部时钟，则简单地利用一个时钟来驱动该引脚。该时钟的高电平必需超过 1.3V，而低电平则应低于 0.5V。将该引脚驱动至 0.5V 以下将恢复至内部自由运行时钟 (“方框图”中的 OSC1)。



## 引脚功能

**RT (引脚 22)**：定时电阻器引脚。当 SYNC 并非由一个时钟来驱动时，调节开关稳压器频率 (OSC1)。在该引脚和地之间布设一个电阻器以设定 OSC1 的自由运行频率。不要把该引脚浮置。

**BG1、BG2 (引脚 23 / 引脚 25)**：下管栅极驱动器。该引脚负责驱动位于地和 GATEV<sub>CC</sub> 之间的底端 N 沟道 MOSFET 的栅极。

**GATEV<sub>CC</sub> (引脚 24)**：栅极驱动器的电源。必须连接至 INTV<sub>CC</sub> 引脚。不要从其他任何电源供电。把该引脚局部旁路至地。

**BOOST1、BOOST2 (引脚 33 / 引脚 27)**：升压浮动驱动器电源。自举电容器的正 (+) 端子连接于此。BOOST1 引脚的摆幅从“GATEV<sub>CC</sub> — 一个二极管电压”至高达 V<sub>IN</sub> + GATEV<sub>CC</sub>。BOOST2 引脚的摆幅从“GATEV<sub>CC</sub> — 一个二极管电压”至高达 V<sub>BAT</sub> + GATEV<sub>CC</sub>。

**TG1、TG2 (引脚 32 / 引脚 28)**：上管栅极驱动器。该引脚负责驱动顶端 N 沟道 MOSFET，其电压摆幅等于 GATEV<sub>CC</sub> 与开关节点电压的迭加。

**SW1、SW2 (引脚 31 / 引脚 29)**：开关节点。自举电容器的负 (-) 端子连接于此。

**SRVO\_FBIN (引脚 35)**：漏极开路逻辑输出。当输入电压反馈环路运行时，该引脚被拉至地。该引脚对于大多数 LT8490 应用都是空闲的，可以浮置。

**SRVO\_IIN (引脚 36)**：漏极开路逻辑输出。当输入电流反馈环路运行时，该引脚被拉至地。该引脚对于大多数 LT8490 应用都是空闲的，可以浮置。

**SRVO\_IOUT (引脚 37)**：漏极开路逻辑输出。当输出电流反馈环路运行时，该引脚被拉至地。该引脚对于大多数 LT8490 应用都是空闲的，可以浮置。

**SRVO\_FBOUT (引脚 38)**：漏极开路逻辑输出。当输出电压反馈环路运行时，该引脚被拉至地。该引脚对于大多数 LT8490 应用都是空闲的，可以浮置。

**EXTV<sub>CC</sub> (引脚 40)**：外部 V<sub>CC</sub> 输入。当 EXTV<sub>CC</sub> 超过 6.4V (典型值) 时，INTV<sub>CC</sub> 将从该引脚供电。当 EXTV<sub>CC</sub> 低于 6.22V (典型值) 时，INTV<sub>CC</sub> 将从 V<sub>IN</sub> 供电。更多详情请见“开关配置 - MODE 引脚”。

**CASNOUT (引脚 41)**：至输出电流检测放大器的负 (-) 输入。

**CASPOUT (引脚 42)**：至输出电流检测放大器的正 (+) 输入。该引脚和 CASNOUT 引脚负责测量检测电阻器两端的电压以提供输出电流信号。

**CASNIN (引脚 44)**：至输入电流检测放大器的负 (-) 输入。该引脚和 CASPIN 引脚负责测量检测电阻器两端的电压以提供瞬时输入电流信号。

**CASPIN (引脚 45)**：至输入电流检测放大器的正 (+) 输入。

**V<sub>IN</sub> (引脚 46)**：主输入电源引脚。必须旁路至局部接地平面。

**ECON (引脚 48)**：数字输出引脚。用于在平均充电电流降至低于一个预定门限时把 EXTV<sub>CC</sub> 与电池断接的任选控制输出信号。

**SWENO (引脚 49)**：数字输出引脚。连接至 SWEN。该引脚负责使能开关稳压器。需要在该引脚和地之间布设一个 200kΩ 下拉电阻器。

**IOW (引脚 50)**：数字输出引脚。经由一个电阻器连接至 IMON\_OUT。通过在逻辑低电平和高阻抗之间进行该引脚的切换，将改变总的 R<sub>IMON\_OUT</sub>，从而改变输出电流限值。

**STATUS (引脚 51)**：数字输出引脚。当与一个 LED 配合使用时，该信号可提供充电算法执行进程的可视指示。此外，STATUS 还负责每 3.5 秒 (典型值) 传输两个 UART 字节 (8 位，无奇偶校验，一个停止位，2400 波特)，这两个字节用于指示状态和故障信息。

**IIR (引脚 53)**：A/D 输入引脚。连接至 IMON\_IN 以读取输入电流。此引脚用于管理 MPPT。

## 引脚功能

**VINR (引脚 54)** : A/D 输入引脚。连接至 VIN 上的阻性分压器以测量输入电压。用于管理 MPPT 和启动。

**CLKDET (引脚 56)** : A/D 输入引脚。通过一个 RC 滤波器连接至 CLKOUT 以检测 CLKOUT 的占空比。用于管理启动。

**FBOR (引脚 57)** : A/D 输入引脚。连接至 FBOUT 引脚以读取充电器输出电压。用于管理充电算法。

**AV<sub>DD</sub> (引脚 58)** : A/D 正基准输入。把该引脚连接至 V<sub>DD</sub> 和 LDO33。

**CHARGECFG1 (引脚 61)** : A/D 输入引脚。用于配置浮动电压、温度补偿并使能阶段 3 充电。

**CHARGECFG2 (引脚 63)** : A/D 输入引脚。用于配置时间限值和有效电池温度范围。

**IOR (引脚 64)** : A/D 输入引脚。连接至 IMON\_OUT 引脚以读取充电器输出电流。用于管理充电算法。

**GND (裸露衬垫 65 和引脚 55、59、62)** : 地。直接连接至局部接地平面。

**NC (引脚 52、60)** : 未连接。

方框图

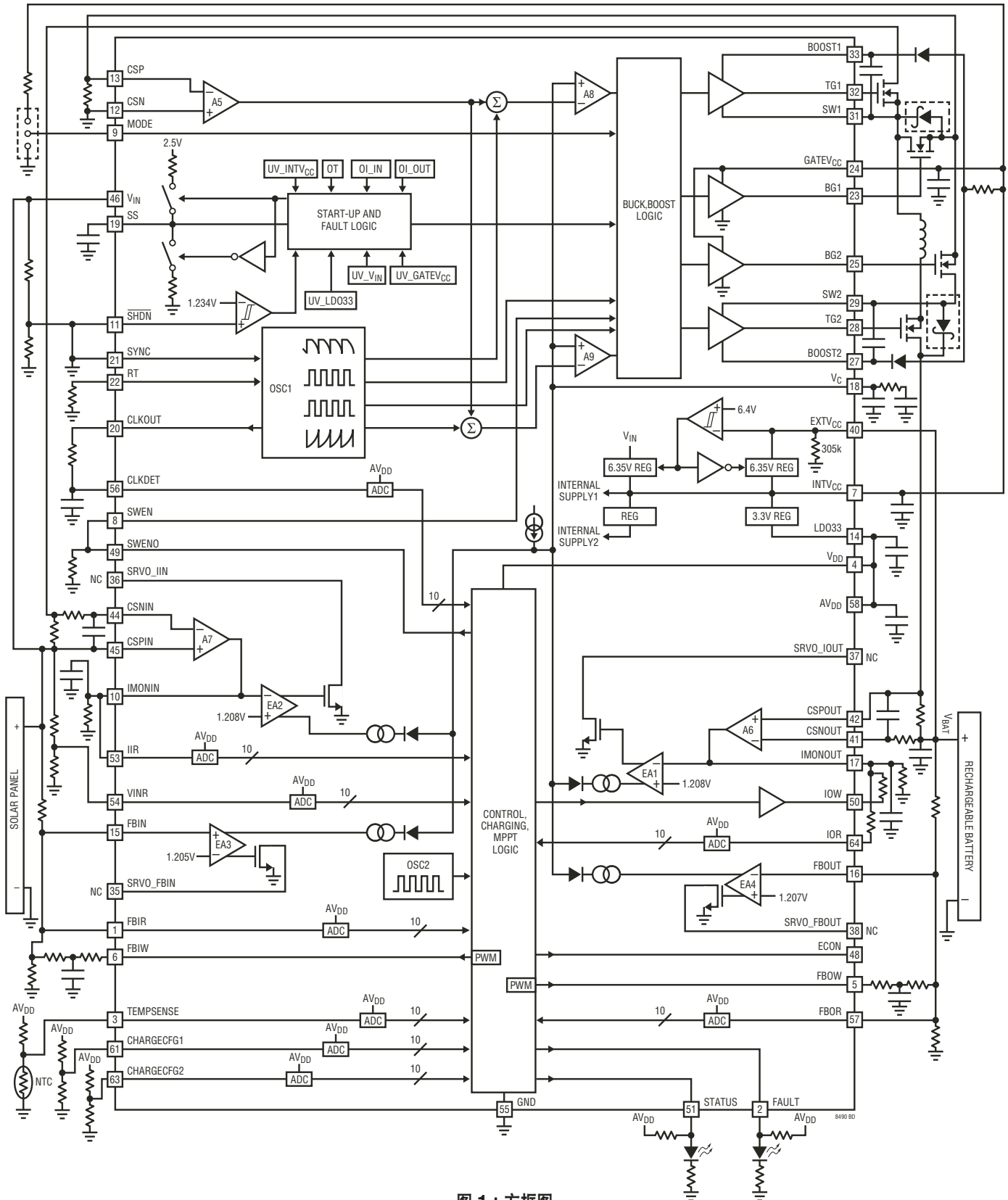


图 1 : 方框图

## 工作原理

### 概述

LT8490 是功能强大和简单易用的电池充电控制器，其具有自动最大功率点跟踪 (MPPT) 和温度补偿功能。LT8490 基于 LT8705 降压-升压型控制器，并增加了电池充电和 MPPT 控制功能。请参阅 LT8705 的产品手册以了解有关 LT8490 之开关稳压器部分的更多详情。本产品手册中提供了多款旨在简化系统设计的参考应用电路。许多电池充电应用都可以采用其中某款参考应用电路来实现，几乎或者完全不需要做修改。针对各种不同充电参数的配置采用硬件来实现。无需进行软件或固件开发。

LT8490 包括四种不同的调节形式：输出电流、输入电流、输入电压和输出电压 (分别为 EA1 - EA4，如图 1 中所示)。无论哪种调节形式均要求  $V_C$  引脚上的最低电压限制受支配的电感器电流。当由一块太阳能电池板供电时，MPPT 功能采用输入电压调节以定位和跟踪电池板的最大功率点。输入电流调节用于限制从输入电源吸收的最大电流。输出电流调节负责限制电池充电电流，而输出电压调节则用于设定最大电池充电电压。

LT8490 提供了可由用户配置的定时器，这些定时器可以利用 CHARGECFG2 引脚上的合适电阻分压器来使能。假如某个定时器已被设定且计时结束，则 LT8490 将暂停充电并通过 STATUS 和 FAULT 引脚传送该信息。充电循环自动重启的选项在后面的“自动充电器重启和故障恢复”部分中进行讨论。

另外，LT8490 还包括一个 TEMPSENSE 引脚，其可连接至一个热耦合至电池组的 NTC 电阻分压器网络。当连接时，TEMPSENSE 引脚能够提供温度补偿型充电和 / 或可

用于在电池超出安全温度限制范围时停用充电操作。NTC 电阻器的接入还能为充电器提供一种“电池是否连接”的指示。

LT8490 还通过 STATUS 和 FAULT 引脚提供了充电状态和故障指示。这些引脚的运行方式在“STATUS 和 FAULT 引脚指示器”部分中说明。

### 电池充电算法

LT8490 执行一种 CCCV 充电算法。理想化的充电曲线示于图 2，并假设恒定的温度和足够的输入功率。当电池温度和电池板上的光照条件变化时，电池所承受的实际电流和电压将随之改变。

在启动之后，LT8490 将频繁地测量电池电压和充电电流，以确定正确的充电阶段。

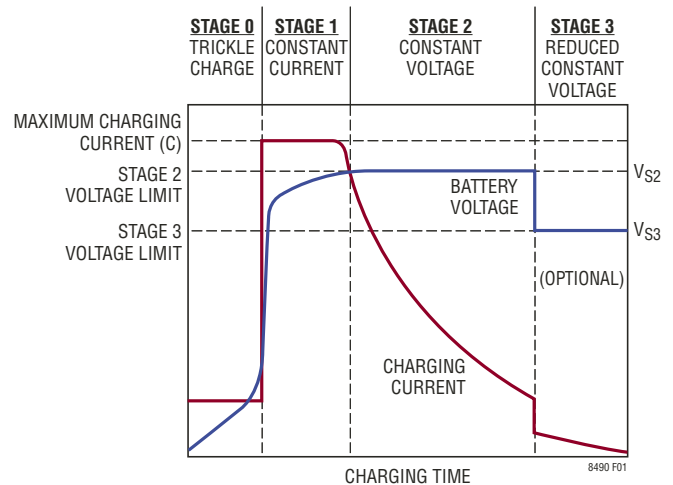


图 2：典型的电池充电周期

## 工作原理

**阶段 0：**在阶段 0 中 (减小的恒定电流 / 涓流充电)，LT8490 采用一个硬件可配置的减低恒定电流对电池进行充电。当电池电压介于阶段 2 电压限值 ( $V_{S2}$ ) 的 35% 至 70% (典型值) 之间时，将进入这种涓流充电阶段。

**阶段 1：**在阶段 1 中 (全恒定电流)，LT8490 采用一个硬件可配置的恒定电流 (等于或高于阶段 0) 对电池进行充电。当电池电压介于阶段 2 电压限值的 70% 至 98% (典型值) 之间时，将进入这种恒定电流充电阶段。该充电阶段常被称为大电流充电。在本文件的剩馀部分里此充电阶段将被称为“阶段 1”。

**阶段 2：**在阶段 2 中 (恒定电压)，LT8490 采用一个硬件可配置的恒定电压对电池进行充电。当电池电压高于阶段 2 电压限值的 98% (典型值) 时，将进入该恒定电压阶段。该充电阶段常被称为“浮动充电” (对于锂离子电池) 和“吸收充电” (对于铅酸电池)。为避免混淆，在本文件的剩馀部分里此充电阶段将被称为“阶段 2”。

如果任意的阶段 3 被使能，则在充电电流降至  $C/10$  以下时 LT8490 将从阶段 2 进入阶段 3。退出阶段 2 的其他条件取决于是否启用了针对充电器的时间限制。有关阶段 2 充电终止的更多详情请见“充电时间限制”部分。

**阶段 3 (任选)：**阶段 3 是可任选的 (利用 CHARGECFG1 引脚来配置)。在阶段 3 中，LT8490 采用一个硬件可配置的降低恒定电压对电池进行充电。在铅酸电池充电中，该充电阶段常被称为浮动充电。在本文件的剩馀部分里此充电阶段将被称为“阶段 3”。

在阶段 3 中，如果充电电流超过  $C/5$  或电池电压降至低于阶段 3 电压限值 ( $V_{S3}$ ) 的 96% (典型值)，则充电操作将自动重启。此外，还可以启用一种任选的时间限制以在阶段 3 中终止充电。有关阶段 3 充电终止的更多详情请见“充电时间限制”部分。

表 1：LT8490 充电阶段的描述

阶段	名称	方法	持续时间
0	涓流充电	恒定电流 (全充电电流的一个配置分数)	直到电池电压升至高于 $V_{S0}$ (阶段 2 电压限值的 70%) 为止  任选的最大时间限值
1	恒定电流	恒定的 全充电电流	直到电池电压升至高于 $V_{S1}$ (阶段 2 电压限值的 98%) 为止  针对阶段 1 + 阶段 2 的 任选最大电流限值
2	恒定电压	恒定电压	直到充电电流降至 低于 $C/10$ 为止 或任选的无限期充电  针对阶段 1 + 阶段 2 的 任选最大电流限值
3 (任选)	降低的 恒定电压	恒定电压 (阶段 2 恒定电压的一个配置分数)	直到电池电压降至低于 $V_{S3}$ (阶段 3 电压限值 - 可配置) 的 96% 或充电电流升至 高于 $C/5$ 为止  任选的最大时间限值。 与阶段 1 + 阶段 2 时间限值 相同的持续时间

### 最大功率点跟踪

当采用太阳能电池板来供电时，LT8490 运用一种专有的“扰乱和观察” (Perturb and Observe) 算法来确定最大功率点。该算法可针对缓慢至中等速度的太阳能电池板光照条件变化提供准确的 MPPT。另外，还周期性地对该电池板进行扫描以避免在电池板光照不均匀的情况下长时间地稳定在一个错误的最大功率点上。

### 故障情况

LT8490 可通过 STATUS 和 FAULT 引脚来指示某种故障情况的存在。这些故障包括：电池欠压、电池过温、电池欠温和定时器超时。在发生了某种故障之后，LT8490 将终止充电操作，直到故障情况被清除为止，随之继续或重启充电循环。更多信息请见“自动充电器重启和故障恢复”部分。

## 应用信息

### 输入电压检测和调制网络

需要采用图 3 中所示的无源组件网络来正确地测量和调制输入电源电压。无论电源是太阳能电池板还是 DC 电压电源，该网络都是必需的。

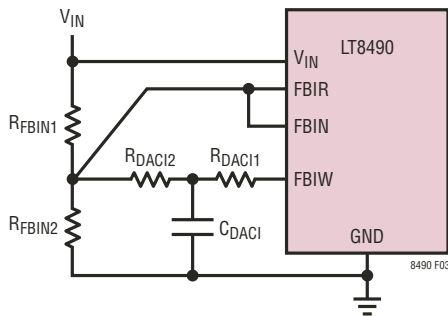


图 3：输入反馈电阻器网络

选择组件需要获知最大电池板开路电压 ( $V_{OCMAX}$ ) 及期望的最大 DC 输入电源电压 ( $V_{DCMAX}$ ) (更多信息请见“DC 电源供电型充电”)。 $V_{OCMAX}$  通常出现在低温条件下，并应在电池板制造商的数据表中做出规定。采用下面的公式以确定正确的组件值：

$$R_{FBIN1} = 100k \cdot \left[ \frac{1 + \left( \frac{4.470V}{V_{MAX} - 6V} \right)}{1 + \left( \frac{5.593}{V_{MAX} - 6V} \right)} \right] \Omega$$

$$R_{DACI2} = 2.75 \cdot \left( \frac{R_{FBIN1}}{V_{MAX} - 6V} \right) \Omega$$

$$R_{FBIN2} = \frac{1}{\left( \frac{1}{100k - R_{FBIN1}} \right) - \left( \frac{1}{R_{DACI2}} \right)} \Omega$$

$$R_{DACI1} = 0.2 \cdot R_{DACI2} \Omega$$

$$C_{DACI} = \frac{1}{1000 \cdot R_{DACI1}} F$$

式中的  $V_{MAX}$  是  $V_{OCMAX}$  和  $V_{DCMAX}$  中较大的一个，具有某种附加的裕量。这些电阻器应具有一个 1% 或更好的容差。

由于标准电阻器阻值存在间隔，因此简单地把计算结果取整至其最接近的标准阻值有可能产生不希望的误差。可考虑使用多个串联的电阻器以更加精确地与计算结果相匹配。否则，可使用标准电阻值并利用下面的方程式来检查最终结果：

$$V_{X2} = 1.205 \cdot \left[ \frac{R_{FBIN1}}{R_{DACI1} + R_{DACI2}} + \left( \frac{R_{FBIN1}}{R_{FBIN2}} \right) + 1 \right]$$

$V_{X2}$  表示采用选定电阻器时的实际  $V_{MAX}$ 。应确保该结果大于或等于应用所需的  $V_{MAX}$ 。

$$V_{X1} = V_{X2} - 3.3 \cdot \left( \frac{R_{FBIN1}}{R_{DACI1} + R_{DACI2}} \right)$$

$V_{X1}$  应尽可能地接近 6V。有可能需要采用迭代以确定最佳的标准电阻器阻值。

表 2 列出了针对 20V、40V、60V 和 80V 最大输入电压的多组合适的标准值组件。选择可实现最佳总体结果的这些组件值需要采用迭代计算。

表 2：输入反馈网络与电池板电压的关系

$V_{MAX}$ (V)	$R_{FBIN1}$ (k $\Omega$ )	$R_{FBIN2}$ (k $\Omega$ )	$R_{DACI1}$ (k $\Omega$ )	$R_{DACI2}$ (k $\Omega$ )	$C_{DACI}$ (nF)
20	95.3	8.45	3.4	19.1	270
40	107	4.87	1.69	8.66	560
60	105	3.24	1.05	5.36	1000
80	133	3.09	1.05	4.87	1000

如稍后的“DC 电源供电型充电”部分中讨论的那样，随意地把  $V_{MAX}$  设定至 80V 也许无法使 LT8490 在所有的场合中都实现最佳的运作，特别是在低输入电压条件下。一定要针对每种应用来正确地考虑所需的电压范围。

### 太阳能供电型充电

VINR 分压器网络：LT8490 可采用太阳能电池板或 DC 电源来供电。如稍后的“DC 电源供电型充电”部分中讨论的那样，当由一个 DC 电源供电时 VINR 引脚必须拉至低电平。在其他情况下，VINR 则必须连接至电阻分压器网络，如图 4 所示。

## 应用信息

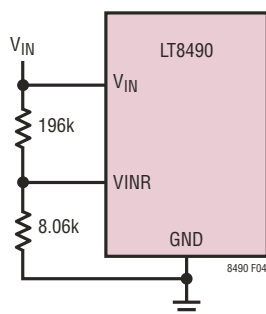


图 4：VINR 电阻分压器电路

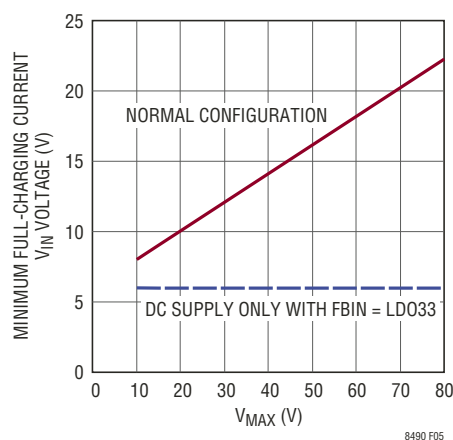
LT8490 采用该分压器网络以测量绝对电池板电压 (作为其最大功率点计算的一部分) 并检查用于运作充电器的足够输入电压。这些电阻器应具有 1% 或更好的容差。

定时器终止功能停用：当由一块太阳能电池板供电时，定时器终止选项 (更多详情请见“充电时间限制”部分) 被自动停用。这是因为在电池板光照条件变化的情况下不能在整个充电周期中保证提供全充电电流。此外，如果由于光照不足而造成至充电器的所有电源丢失，充电器还可以复位。这使得在太阳能供电型应用中使用定时器终止潜在着不可靠性。

C/10 检测：当依靠一块太阳能电池板供电时，由于电池逐步接近满充电状态或者太阳能电池板光照不足的原因会导致充电电流减小至低于 C/10。如果可提供充足的电池板功率，则 LT8490 能够确定充电电流是否由于电池接近满充电状态而降至低于 C/10。在该场合中，充电器将从阶段 2 进入下一个合适的充电阶段。假如 LT8490 能确定充电电流由于电池板供电功率不足而已减小至 C/10 以下，则充电器将继续运作于阶段 2。

最小电池板电压要求：充电器的运作需要一个 6V 的最小电压。然而，在各种其他场合中则需要更高的电池板电压。

1. 低功率模式被启用：低功率模式可在光照条件非常微弱的情况下从太阳能电池板恢复额外的功率。当低功率模式被启用时，电池板电压必须首先超过 10V (典型值 — 通过 VINR 引脚进行测量)，之后充电器将尝试对电池进行充电。更多详情请阅读“任选的低功率模式”部分。
2. 低功率模式被停用：如果低功率模式被停用，那么只要电池板电压高于 6V，充电器将尝试对电池充电。然而，倘若未检测到足够的电池板电流，则 LT8490 将暂时停止充电操作。充电器通常将以 30 秒 (典型值) 的间隔来检查是否有足够的电池板电流，或者，假如 LT8490 检测到电池板电压的显著上升或电池电压的显著下降，则将更早地进行检查。
3. 低输入电压效应：图 5 示了最小输入电压，在该电压以下可减小最大充电电流。如先前在“输入电压和调制网络”部分中讨论的那样，该限值是输入  $V_{MAX}$  的一个函数。当 FBIN 接近其 1.205V (典型值) 的调节电压时，最大充电电流可减小。这通常不是一个重大的问题，除非 1) 充电器由一个低电压 DC 电源供电或 2) 将一个低电压电池板与一个针对电压高得多的电池板而配置的充电器一起使用。 $V_{IN}$  低于图 5 中的“NORMAL CONFIGURATION”线越远，电流的降幅可越大。

图 5：最小全充电电流  $V_{IN}$  电压

## 应用信息

当  $V_{IN}$  由一个 DC 电压电源供电时，应保持  $V_{IN}$  高于图 5 中的“NORMAL CONFIGURATION”线。在这条线以下运作  $V_{IN}$  会减小最大充电电流以及  $V_{S2}$  和  $V_{S3}$  充电电压。如果  $V_{IN}$  绝对不会由太阳能电池板供电，则可将 FBIN 与 FBIR 断接（见图 3）并重新连接至 LDO33 引脚。这使得充电器能够在  $V_{IN}$  低至 6V 的情况下运作，并不会减小充电电流或降低充电电压。

当采用太阳能电池板电源时，应选择一个具有接近  $V_{MAX}$  之最大开路电压 ( $V_{OC}$ ) 的电池板（在前面的“输入电压检测和调制网络”部分中做过讨论）。最大功率点电压通常远远高于图 5 中的电压限值，而且电流限制很少会成为问题。应避免使用在远低于  $V_{MAX}$  的电压下运作的太阳能电池板，特别是假如最大功率点电压通常低于图 5 中的“NORMAL CONFIGURATION”线。

### DC 电源供电型充电

**选择电源模式：**当采用一个 DC 电压电源供电时，必须把 VINR 引脚拉至低于 174mV（典型值）以启动电源模式。这将停用不必要的太阳能电池板功能，并允许 LT8490 依靠一个 DC 电压电源正确地运作。如果应用绝对不会由太阳能电池板来供电，那么可把 VINR 引脚接地。倘若应用只采用太阳能电池板供电，则如图 4 所示来连接 VINR。在其他情况下，请见“任选的 DC 电源检测电路”部分以了解一种在检测到 DC 电源时下拉 VINR 引脚电平的方法。

**最小输入电压要求：**当电源模式被启用时，LT8490 将依靠一个低至 6V 的输入来运作。然而，充电电流供应能力会在低输入电压下变得有限，这取决于用来选择输入电压检测网络的  $V_{MAX}$  电压（请见前面的“输入电压检测和调制网络”部分）。图 5 示出了所需的最小输入电源电压，在该电压以下充电电流会变至小于最大输出电流限值。如果 LT8490 仅由一个 DC 电源供电，则图 5 中所示的最小输入电压可降低至

6V，借助的方法是 (1) 把 FBIN 与 FBIR 断接和 (2) 把 FBIN 引脚直接连接至 LDO33。

**输入电流限制：**当采用 DC 电源时应当考虑输入电流限制。这将在后面的“输入电流限制”部分中进行讨论。

### 电池原位充电

LT8490 可用于在电池给负载供电的过程中对电池实施充电。负载应直接连接至电池端子，如图 6 所示。某些负载的易变特性会使充电时间不可预知。鉴于这种不可预知性，建议停用充电时间限制功能电路（更多信息请见“充电器配置 - CHARGECFG2 引脚”部分）。

由于一个连接至电池的负载所吸取的功率有可能超过充电器提供的量，因此当 LT8490 给电池充电时电池或许会放电。倘若出现这种情况且电池电压降至低于阶段 2 电压限值的 31%（典型值），那么欠压故障电路将变至运行状态且充电器将暂停操作，直到电池电压上升至高于阶段 2 电压限值的 35%（典型值）为止。如果电池电压因电量消耗而低于一个不可接受的低电压，则应考虑自动停用负载。

图 6 中的箭头示出了在电池原位充电应用中把电池从充电器上拿掉的正确断接点。由于 LT8490 并非专为在未接入电池的情况下直接向负载供电而设计，因此规定了该断接点。

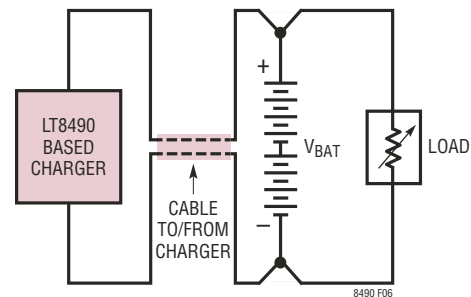


图 6：在 LT8490 应用中负载至电池的连接



## 应用信息

### 阶段电压限值

阶段 2 电压限值 ( $V_{S2}$ ) 为最大电池充电电压。阶段 0、1 和 3 的电压限值均与阶段 2 限值相关，如表 3 和图 11 所示。如果启用了温度补偿型充电，则  $V_{S2}$  将随着温度而改变，如图 13 所示。正因如此，其他阶段的限值也将随着温度的变化而改变，因为它们都是  $V_{S2}$  的一个恒定的比例。

表 3：典型充电阶段电压门限

阶段转换	V <sub>BAT</sub> 上升或下降	典型 V <sub>BAT</sub> /V <sub>S2</sub>	典型 V <sub>BAT</sub> /V <sub>S3</sub>
V <sub>BAT</sub> 欠压故障 → 阶段 0	上升	35%	—
阶段 0 → 阶段 1	上升	70%	—
阶段 1 → 阶段 2	上升	98%	—
阶段 3 → 阶段 0	下降	—	96%
阶段 2 → 阶段 1	下降	95%	—
阶段 1 → 阶段 0	下降	66%	—
阶段 0 → V <sub>BAT</sub> 欠压故障	下降	31%	—

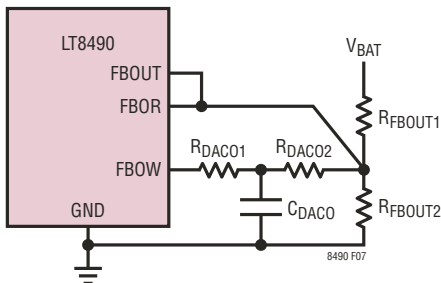


图 7：输出反馈电阻器网络

设定阶段 2 电压限值：图 7 所示的电阻器网络用于设定阶段 2 电压限值。电池制造商一般要求阶段 2 电压限值高于标称电池电压。例如：汽车应用中所使用的 12V 铅酸电池通常具有 14.2V 的阶段 2 充电电压限值。如果将使用温度补偿型充电（见“温度测量、补偿和故障”部分），则在下面的方程式中针对  $V_{S2}$  采用 25°C 值。

$R_{FBOUT2}$  常被选择在 4.99kΩ 和 49.9kΩ 之间。选择更高的  $R_{FBOUT2}$  阻值可减少通过反馈网络从电池吸收的电流。

$$R_{FBOUT1} = R_{FBOUT2} \cdot \left[ V_{S2} \cdot \left( \frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega$$

$$R_{DAC02} = \frac{R_{FBOUT1} \cdot R_{FBOUT2} \cdot 0.833}{\left( R_{FBOUT2} \cdot V_{S2} \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - R_{FBOUT2} - R_{FBOUT1}} \Omega$$

$$R_{DAC01} = 0.2 \cdot R_{DAC02} \Omega$$

$$C_{DAC0} = \frac{1}{500 \cdot R_{DAC01}} F$$

为了获得更高的充电电压准确度，建议输出反馈电阻器网络使用 0.1% 容差的电阻器。

由于标准电阻器阻值存在间隔，因此简单地把计算结果取整至其最接近的标准阻值有可能产生不希望的误差。可考虑使用多个串联的电阻器以更加精确地与计算结果相匹配。否则，可使用标准电阻值并利用下面的方程式来检查最终结果：

$$V_{X3} = \left( \frac{R_{FBOUT1}}{R_{DAC01} + R_{DAC02}} \right) \cdot (X - 1.89)$$

式中：

$$X = 1.211 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{R_{DAC01} + R_{DAC02}}{R_{FBOUT2}} \right) + \left( \frac{R_{DAC01} + R_{DAC02}}{R_{FBOUT1}} \right) \right]$$

$V_{X3}$  表示采用选定电阻器时的实际 25°C  $V_{S2}$  电压。

$$N1 = \frac{X - 1.89}{X - 3.3}$$

$N1$  应尽可能地接近 1.22。

$$N2 = 1 - \frac{1.89}{X}$$

$N2$  应尽可能地接近 0.805。可能需要进行迭代运算以确定最佳的标准电阻器阻值。

## 应用信息

表 4 列出了针对 12V、24V、36V、48V 和 60V 充电标称电池电压的多组合适的标准值组件。选择可实现最佳总体结果的这些组件值需要进行迭代计算。

表 4：标准值输出反馈网络与输出调节电压的关系

电池电压	目标 $V_{S2}$ (V)	$R_{FBOUT1}$ (k $\Omega$ )	$R_{FBOUT2}$ (k $\Omega$ )	$R_{DAC01}$ (k $\Omega$ )	$R_{DAC02}$ (k $\Omega$ )	$C_{DAC0}$ (nF)
12	14.2	274	23.2	26.1	124	82
24	28.4	487	20	28	107	68
36	42.6	787	21	22.6	121	100
48	56.8	1000	20	22.6	115	100
60	71.0	866	13.7	13.3	80.6	150

设定阶段 3 电压限值：当被启用时，阶段 3 充电把电池电压保持在  $V_{S2}$  的 85% 至 99%。这个比例是可调的，并在“充电器配置 - CHARGECFG1 引脚”部分进行讨论。

电池欠压限值：当启动时，LT8490 检查电池电压高于阶段 2 电压限值的 35% (典型值)。如果电池电压低于该值，则将不起动充电操作并在 FAULT 引脚上指示电池欠压故障。充电将在电池电压升至高于阶段 2 电压限值的 35% (典型值) 之后开始。假如电池电压随后降至低于 31% (典型值)，充电操作将再度停止并将在 FAULT 和 STATUS 引脚上指示该故障。

### 充电电流限制

最大充电电流采用输出电流限制电路来配置。输出电流通过  $R_{SENSE2}$  进行检测并转换为一个从 IMON\_OUT 引脚流出的比例电流 (见图 8)。

高于 1.208V (典型值) 的 IMON\_OUT 电压将由于 EA1 的原因而导致  $V_C$  下降，从而限制输出电流。IOW 被驱动至地或浮置，这取决于充电条件。这就使得能够通过正确地选择  $R_{IOW}$  和  $R_{IMON\_OUT}$  来设定阶段 0 的电流限值 ( $I_{OUT(MAXS0)}$ )，并不受其余阶段 ( $I_{OUT(MAX)}$ ) 的影响。采用下面的方程式来配置充电电流限值：

$$R_{SENSE2} = \frac{0.0497}{I_{OUT(MAX)}} \Omega$$

$$R_{IMON\_OUT} = \frac{1208}{I_{OUT(MAXS0)} \cdot R_{SENSE2}} \Omega$$

$$R_{IOW} = \frac{24.3k \cdot R_{IMON\_OUT}}{R_{IMON\_OUT} - 24.3k} \Omega$$

$$R_{IOR} = 3.01k\Omega$$

$$C_{IMON\_OUT} = \text{阅读以下内容}$$

式中的  $I_{OUT(MAX)}$  为最大充电电流 (单位：A)， $I_{OUT(MAXS0)}$  为阶段 0 中的最大涓流充电电流，而且  $I_{OUT(MAXS0)}$  不大于  $I_{OUT(MAX)}$ 。对于  $I_{OUT(MAX)} = I_{OUT(MAXS0)}$  的情况，排除  $R_{IOW}$  并浮置 IOW 引脚是可以的。 $I_{OUT(MAXS0)}$  必须至少为  $I_{OUT(MAX)}$  的 20%。

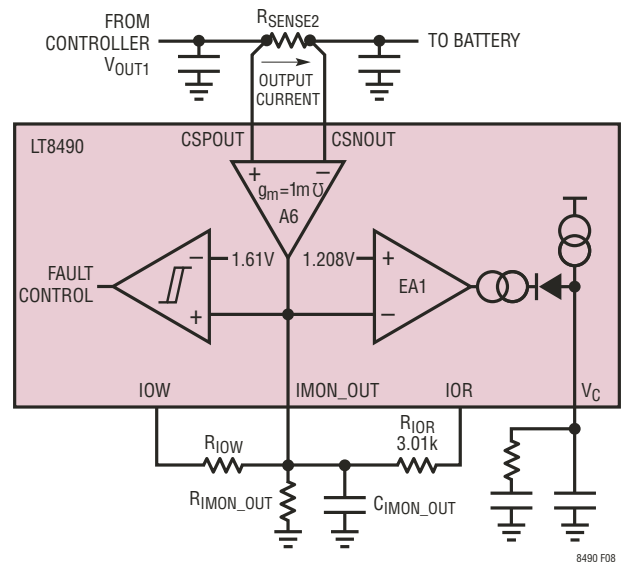


图 8：输出电流调节环路

## 应用信息

$C_{IMON\_OUT}$  可减小  $IMON\_OUT$  纹波并稳定恒定充电电流控制环路。减小  $C_{IMON\_OUT}$  可改善稳定性并最大限度地抑制电感器电流过冲 (如果一个电量耗尽的电池快速断接而后重新连接至充电器就会出现这种情况)。然而, 这是以  $IMON\_OUT$  纹波增加为代价的, 这就把更多的噪声引入 ADC 测量。在  $IMON\_OUT$  上生成的较高频极点必须与在  $V_C$  引脚止生成的较低频极点进行适当的分离以实现正确的稳定性。对于大多数应用而言, 采用一个 4.7nF 至 22nF 的  $C_{IMON\_OUT}$  电容器是足够的。

### 输入电流限制

太阳能电池板电源: 太阳能电池板的电流受限是其固有特性, 而且在极低的输入电压下可能无法提供最大充电功率。LT8490 采用其 MPPT 算法以扫描低至 6V 的电池板电压, 从而找到最大功率点。应确保设定的输入电流限值高于最大的电池板电流供应能力 (加上至少 20% 至 30% 的裕量), 以实现系统的最大充电能力。

此外, 请注意 LT8490 测量输入电流和限制输入电流所采用的电路是相同的 (示于图 9)。输入电流利用 IIR 引脚电压的 A/D 转换来测量, 该电压连接至  $IMON\_IN$  并与输入电流成比例。经过数字化处理的输入电流用于确定太阳能电池板的最大功率点。设定一个较高的输入电流限值会降低输入电流数字化读数的分辨率。应避免把输入电流限值设定在远远高于必要的水平, 因为这样有可能影响最大功率点计算的准确度。

DC 电源: 当以最大电流 (因而也是最大功率) 来给电池充电时, 低电压电源必须提供比高电压电源更大的电流。这一点可通过使输出功率与输入功率相等 (减去一些效率损失) 看出。

$$V_{IN} \cdot I_{IN} \cdot \eta = V_{BAT} \cdot I_{BAT}$$

或

$$I_{IN(MAX)} = \frac{V_{BAT} \cdot I_{BAT(MAX)}}{V_{IN(MIN)} \cdot \eta}$$

式中的效率因数  $\eta$  通常介于 0.95 和 0.99 之间。

当采用一个 DC 电源来供电时, 针对有可能出现以下状况的电源, 建议实施适当的输入电流限制: (1) 当电源通过 6V 斜坡上升或下降时变至过载状态或 (2) 提供的输入电流超过了充电器组件所能容许的水平。

设定输入电流限值: 如图 9 所示, 输入电流通过  $R_{SENSE1}$  来检测。流过  $R_{SENSE1}$  的电流被转换为  $IMON\_IN$  引脚上的一个电压, 其依据下面的方程式:

$$V_{IMON\_IN} = \left[ \left( \frac{I_{IN} \cdot R_{SENSE1}}{1000} + 7\mu A \right) \cdot R_{IMON\_IN} \right] V$$

超过 1.208V (典型值) 的  $IMON\_IN$  电压将导致  $V_C$  电压下降, 从而限制输入电流。 $R_{IMON\_IN}$  应为  $21k\Omega \pm 1\%$  (或更好)。利用该信息, 即可采用下式计算  $R_{SENSE1}$  的合适阻值:

$$R_{SENSE1} = \frac{1000 \cdot \left( \frac{1.208V}{21k\Omega} - 7\mu A \right)}{I_{IN(MAX)}} = \frac{0.0505}{I_{IN(MAX)}} \Omega$$

式中的  $I_{IN(MAX)}$  是最大输入电流限值 (单位: A)。建议  $R_{SENSE1}$  阻值不要大于 25m $\Omega$ 。

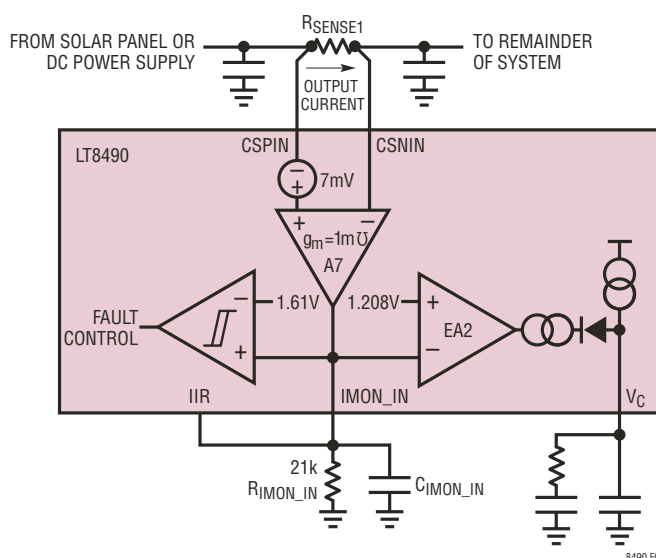


图 9: 输入电流调节环路

## 应用信息

$C_{IMON\_IN}$  可减小  $IMON\_IN$  纹波并稳定输入电流限制控制环路。减小  $C_{IMON\_IN}$  可改善稳定性并最大限度地抑制可能的电感器电流过冲。然而，这是以  $IMON\_IN$  纹波增加为代价的，这就会把更多的噪声引入 ADC 测量。在  $IMON\_IN$  上生成的较高频极点必须与在  $V_C$  引脚止生成的较低频极点进行适当的分离以实现正确的稳定性。对于大多数应用而言，采用一个 4.7nF 至 22nF 的  $C_{IMON\_IN}$  电容器是足够的。

### 输入和输出电流检测滤波

图 10 所示的  $C_{SX}$  和  $R_{SX}$  电流检测滤波可改善低平均电流水平下的输入和输出电流测量准确度。放大器 A7 和 A8 (图 8 和 9) 只能放大正  $R_{SENSE}$  电压。虽然平均  $R_{SENSE}$  电压始终为正，但是低平均电流水平下的电压纹波有可能包含由滤波器取平均的负分量。 $R_{S1}$ 、 $R_{S2}$  和  $C_{S1}$ 、 $C_{S2}$  的推荐值为 10 $\Omega$  和 470nF。

视电路板布局的不同，或许需要采用  $C_{C1}$  和  $C_{C2}$  以降低有可能到达 LT8490 引脚的共模噪声。具有适合额定电压的 100nF 陶瓷电容器在大多数场合中均可起到很好的作用。一定要把所有的滤波器组件 ( $C_{SX}$ 、 $R_{SX}$  和  $C_{CX}$ ) 布设在靠近 LT8490 的地方以获得最佳的性能。

最后，需注意由于  $CSNOUT$  和  $CSNIN$  之输入偏置电流的原因，在  $R_{S1}$  和  $R_{S2}$  的两端上将出现一个小幅电压降 (通常约为每 10 $\Omega$  0.25mV)。这代表最大电流限值减小了约 0.5%，这通常在  $R_{SENSE}$  两端产生大约 50mV 的压降。C/10 门限 (一般是在  $CSPOUT$  和  $CSNOUT$  两端测量到 5mV 电压时) 也将由于  $R_{S2}$  两端的 0.25mV 压降而降低至 C/10.5。

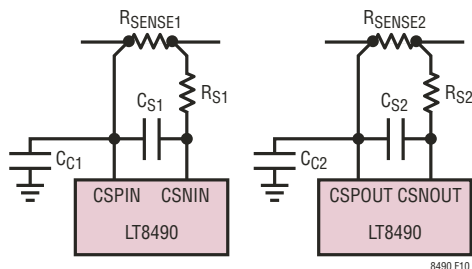


图 10：推荐的电流检测滤波器

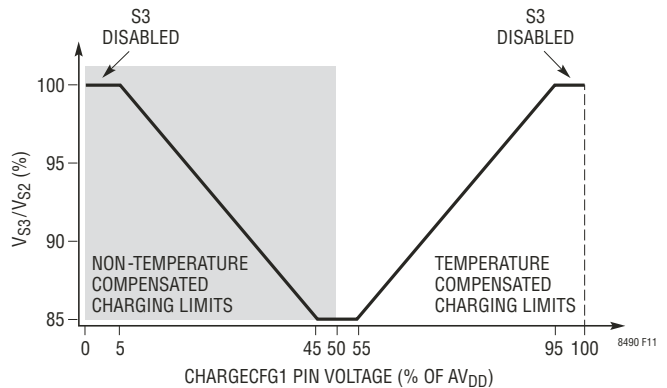


图 11：CHARGECFG1 引脚配置

### 充电器配置 – CHARGECFG1 引脚

CHARGECFG1 引脚是一个多功能引脚，如图 11 所示。采用一个连接至  $AV_{DD}$  引脚并且总阻值不小于 100k $\Omega$  的电阻分压器来设定该引脚 (具体实例请见“典型应用”部分)。CHARGECFG1 引脚上的电压 ( $AV_{DD}$  的一个百分比) 负责实施下面讨论的选择。应避免把分压器分压比刚好设定在图 11 的任何拐点上 (例如：5%、45%、50%、55% 或 95%)。

启用 / 停用温度补偿电压限制：把 CHARGECFG1 引脚设定在电压范围的上半部分 (>50%) 将使能电池电压温度补偿，而当采用下半部分 (<50%) 时则停用温度补偿，即使在把一个热敏电阻耦合至电池组的情况下也不例外。下一节将提供更多的详情。

停用阶段 3：设定 CHARGECFG1 引脚至  $AV_{DD}$  或 0V 可停用阶段 3。当以这种方式来设定 CHARGECFG1 引脚时，充电算法将绝对不会进入阶段 3。阶段 3 往往用于铅酸电池充电，但通常并不用于锂离子电池充电。

启用阶段 3：把 CHARGECFG1 引脚设定在  $AV_{DD}$  的 5% 至 95% 之间可启用阶段 3 充电，并根据下面的公式将阶段 3 电压限值 ( $V_{S3}$ ) 设定为阶段 2 电压限值 ( $V_{S2}$ ) 的一个百分比。

## 应用信息

当温度补偿型充电和阶段 3 充电被使能时，采用：

$$\text{CHARGECFG1}\% = \left[ \left( 2.67 \cdot \left( \frac{V_{S3}}{V_{S2}} - 0.85 \right) \right) + 0.55 \right] \cdot 100\%$$

当温度补偿型充电被停用且阶段 3 充电被使能时，采用：

$$\text{CHARGECFG1}\% = \left[ 2.72 - \left( 2.67 \cdot \left( \frac{V_{S3}}{V_{S2}} \right) \right) \right] \cdot 100\%$$

式中的  $V_{S3}/V_{S2}$  应介于 0.86 和 0.99 之间。

例如，若需在  $V_{S3}$  被设定至  $V_{S2}$  之 93% 时启用温度补偿型充电，则选择一个将 CHARGECFG1 引脚电压置于  $AV_{DD}$  之 76% 的分压器。为了获得最佳的性能，应使用具有 1% 或更好容差的电阻器。

### 温度测量、补偿和故障

LT8490 可采用一个热耦合至电池组的 NTC (负温度系数) 热敏电阻来测量电池温度。温度监视功能可通过在 TEMPSENSE 引脚和地之间连接一个 10kΩ、 $\beta = 3380$  NTC 热敏电阻以及在  $AV_{DD}$  和 TEMPSENSE 之间连接一个 11.5kΩ 电阻器 (1% 容差或更好) 来启用 (如图 12 所示)。倘若不需要电池温度监视功能，则使用一个 10kΩ 电阻器来替换热敏电阻。这将向 LT8490 发出“电池始终处在 25°C”的指示信号。

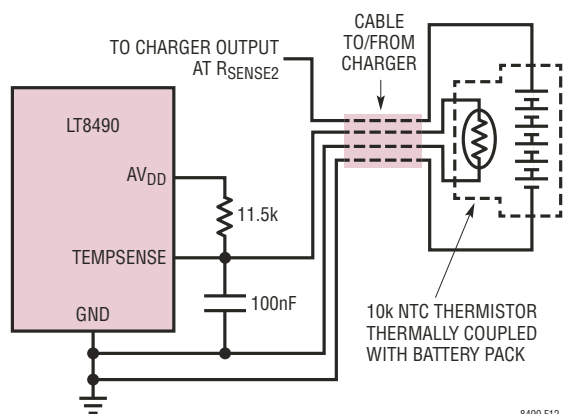


图 12：电池温度检测电路

LT8490 可监视 TEMPSENSE 引脚上的电压以确定电池温度，同时也检测热敏电阻是否连接。一个高于  $AV_{DD}$  之 96% (典型值) 的 TEMPSENSE 电压指示热敏电阻已经断裂。三种充电器功能依赖于 TEMPSENSE 信息。

1. 无效电池温度故障：当电池温度超出了在 CHARGECFG2 引脚上配置的有效范围 ( $-20^{\circ}\text{C}$  至  $50^{\circ}\text{C}$  或  $0^{\circ}\text{C}$  至  $50^{\circ}\text{C}$ ) 时，将出现温度故障。温度故障将持续到温度恢复到  $-15^{\circ}\text{C}$  至  $45^{\circ}\text{C}$  或  $5^{\circ}\text{C}$  至  $45^{\circ}\text{C}$  ( $5^{\circ}\text{C}$  迟滞) 的范围内为止。在温度故障期间，充电操作暂停，而 STATUS 和 FAULT 引脚则遵循表 6 所述的模式。如果利用 CHARGECFG2 引脚启用了定时器充电终止功能，则定时器计时在温度故障期间暂停，并在退出故障状态时恢复计时。
2. 电池电压温度补偿：有些电池化学组成可在电压限值随电池温度调整时提供最佳的充电。特别是铅酸电池，其理想充电电压会在温度变化时发生显著的变化。如果利用 CHARGECFG1 引脚来使能，则电池充电电压和所有的相关的电压门限均自动地随电池温度而调整。当 TEMPSENSE 引脚上的电压变化时，从 FBOW 引脚输出的 PWM 占空比将相应地改变，以使 LT8490 的电压限值遵循图 13 所示的曲线。

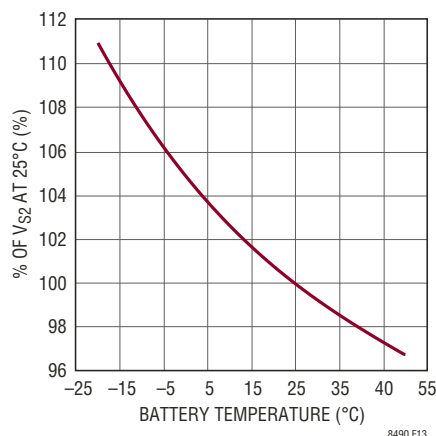


图 13：阶段 2 电压限值与温度的关系 (当温度补偿功能启用时)

## 应用信息

3. 电池断接检测：LT8490 通过监视 TEMPSENSE 引脚电压来检测电池和热敏电阻是否已经与充电器断接。当与电池的连接断开时 (如图 12 中的箭头所示)，热敏电阻也断开，而且 TEMPSENSE 电压通过 11.5kΩ 上升至 AV<sub>DD</sub>。在电池未接入的情况下，LT8490 暂停充电操作。当通过 TEMPSENSE 引脚检测到一个电池 (以及集成热敏电阻或电阻器) 时，充电器将在阶段 0 自动重启充电操作。

### 充电器配置 – CHARGECFG2 引脚

CHARGECFG2 引脚是一个多功能引脚，如图 14 所示。采用一个连接至 AV<sub>DD</sub> 引脚并且总阻值不小于 100kΩ 的电阻分压器来设定该引脚 (具体实例请见“典型应用”部分)。CHARGECFG2 引脚上的电压 (AV<sub>DD</sub> 的一个百分比) 负责实施下面讨论的选择。应避免把分压器分压比刚好设定在图 14 的任何拐点上 (例如：5%、10%、45%、50%、55%、90% 或 95%)。

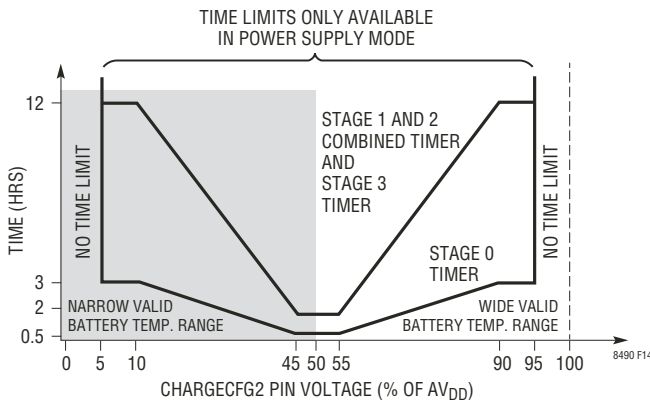


图 14：CHARGECFG2 引脚电压设置

启用 / 停用充电时间限制：LT8490 仅在电源模式被使能时支持充电时间限制 (见“DC 电源供电型充电”部分)。当电源模式被停用时，针对 CHARGECFG2 的任何有限时间限制都将被解释为无时间限制。本节讨论怎样采用 CHARGECFG2 引脚来配置时间限制。如需了解有关时间限制功能电路运作的更多信息，请见“充电时间限制”部分。

把 CHARGECFG2 引脚电平设定在 AV<sub>DD</sub> 的 5% 至 95% 之间将提供介于 0.5 小时和 3 小时之间 (对于充电阶段 0)、2 小时和 12 小时之间 (对于组合的充电阶段 1 和阶段 2) 以及 2 小时和 12 小时之间 (针对充电阶段 3) 的时间限制设定值。阶段 0 时间限值始终为阶段 1 + 阶段 2 时间限值的 1/4，而阶段 3 时间限值则始终与阶段 1 + 阶段 2 时间限值的长度相同。当选择一个 12 小时的阶段 1 + 阶段 2 时间限值时，应选择一个非常接近 7.5% 或 92.5% 的分压器分压比。当选择一个 2 小时的阶段 1 + 阶段 2 时间限值时，应选取一个非常接近 47.5% 或 52.5% 的分压器分压比。对于介于 2 小时和 12 小时之间的电流限值，采用下面的公式之一。

当需要很宽的有效电池温度范围 (-20°C 至 50°C) 时，可采用：

$$\text{CHARGECFG2}\% = 3.5\% \cdot (T_{S1S2} - 2) + 55\%$$

式中的  $T_{S1S2}$  是期望的阶段 1 + 阶段 2 时间限值 (介于 2.1 小时和 11.9 小时之间)。

当需要窄的有效电池温度范围 (0°C 至 50°C) 时，可采用：

$$\text{CHARGECFG2}\% = 45\% - 3.5\% \cdot (T_{S1S2} - 2)$$

式中的  $T_{S1S2}$  是期望的阶段 1 + 阶段 2 时间限值 (介于 2.1 小时和 11.9 小时之间)。

## 应用信息

把 CHARGECFG2 引脚电平设定在  $AV_{DD}$  的 4% 以下 (即：地) 或 96% 以上 (即：连接至  $AV_{DD}$ ) 将停用时间限制功能，从而允许充电无限期地运行下去，而不会出现任何故障情况。

选择有效电池温度范围：把 CHARGECFG2 引脚设定在电压范围的上半部分 (>50%) 将选择较宽的有效电池温度范围 ( $-20^{\circ}\text{C}$  至  $50^{\circ}\text{C}$ )，而当采用电压范围的下半部分 (<50%) 时则选择较窄的有效电池温度范围 ( $0^{\circ}\text{C}$  至  $50^{\circ}\text{C}$ )。一般而言，铅酸电池采用宽范围，而锂离子电池则采用窄范围。有关无效电池温度故障的更多信息请见“温度测量、补偿和故障”部分。

### 充电电流限制

充电电流限制功能只能在电源模式中通过正确配置 CHARGECFG2 引脚来启用 (见“充电器配置 — CHARGECFG2 引脚”部分)。由于实现满充电所需的时间可能无法预知，所以当电池上存在一个负载时建议不要使用充电电流限制。

当被启用时，合适的定时器在阶段 0、1 和 3 的起点处启动。如果当运行于其各自的充电阶段时定时器超时，或者 LT8490 在其各自的定时器超时之后返回至某个充电阶段，则充电操作立即停止。如表 5 所示，定时器的超时被视作一种故障或已完成充电操作 (取决于超时的那个定时器和充电器的配置)。在任何场合中，当充电操作停止时，都将在 STATUS 和 FAULT 引脚上指示“故障”或“已完成充电”状态，如“STATUS 和 FAULT 指示器”部分所述。

表 5：充电器状况和定时器超时结果

定时器超时之时的充电阶段	阶段 3 是否被使能?	使用的定时器	定时器超时的结果
0	-	阶段 0	故障
1	-	阶段 1 + 阶段 2	故障
2	-	阶段 1 + 阶段 2	故障
3	是	阶段 3	已完成充电

阶段 2 终止 (时间限制功能被启用)：阶段 2 中的定时器超时将引起故障，充电操作立刻终止，并在 STATUS 和 FAULT 引脚上提供故障指示。如果阶段 2 输出电流在定时器超时之前降至低于  $C/10$  且阶段 3 被停用，则充电操作停止并在 STATUS 引脚上指示充电已完成。

阶段 2 终止 (时间限制功能被停用)：如果时间限制功能被停用，阶段 2 将只能在阶段 3 也被启用的情况下终止。当充电电流减小至  $C/10$  以下之后，充电操作将进入阶段 3。假如阶段 3 也被停用，那么充电器将无限期地运作于阶段 2，除非电池电压出现足够的下降以至于充电操作返回阶段 1。在无限期的阶段 2 充电过程中，倘若阶段 2 电流低于  $C/10$  或高于  $C/5$ ，则 STATUS 引脚将发出指示信号 (如表 6 和 7 所示)。

阶段 3 终止条件：如果阶段 3 被启用且时间限制功能被停用，则 LT8490 将处于阶段 3 并无限期地施加减小的恒定电流，除非电池电压降至低于  $V_{S3}$  的 96% 或充电电流增加至高于  $C/5$  (这将导致充电器返回阶段 0)。如果阶段 3 被使能且时间限制功能被启用，那么阶段 3 中的定时器超时将停止充电操作，并通过 STATUS 引脚传递“已完成充电状态”信息 (如表 6 和 7 所示)。

## 应用信息

### 锂离子电池充电

LT8490 非常适合于给锂离子电池充电。把 CHARGECFG1 和 CHARGECFG2 引脚连接至地可将 LT8490 置于一种针对锂离子电池充电的典型配置 (0°C 至 50°C 有效电池温度、阶段 3 被停用、无温度补偿、无时间限制)。图 15 示出了该配置中的典型锂离子电池充电周期。

如果未选择定时器终止，则 LT8490 将把锂离子电池组充电至期望的阶段 2 电压限值，并无限期地保持该限值。当充电电流小于 C/10 时，STATUS 引脚将变至高电平，如表 6 所示。

注：当在没有时间限制功能的情况下采用太阳能对锂离子电池进行充电时，建议阶段 2 电压限值不要超过锂离子电池

最大单体电压的 95%。由于该配置能够无限期地进行充电，因此遵循该指引可避免电池寿命迅速缩短。

### 铅酸电池充电

LT8490 可用于给铅酸电池充电。把 CHARGECFG1 引脚电平设定为  $AV_{DD}$  的 87.6%、而把 CHARGECFG2 引脚电平设定为等于  $AV_{DD}$  可针对典型铅酸电池充电来配置 LT8490 (-20°C 至 50°C 有效电池温度、阶段 3 被使能且  $V_{S3}/V_{S2} = 97.2%$ 、温度补偿型电压限制、无时间限制)。图 16 示出了典型的铅酸电池充电周期。

假如时间限制功能被停用，则 LT8490 将把铅酸电池组充电至期望的阶段 3 电压限值，并在下列场合重启充电周期：  
1) 电池电压降至低于阶段 3 电压限值 ( $V_{S3}$ ) 的 96% 或 2) 充电电流升至高于 C/5。

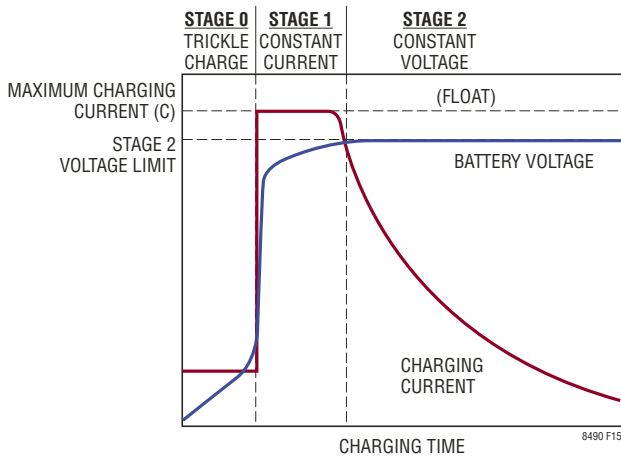


图 15：锂离子电池充电周期

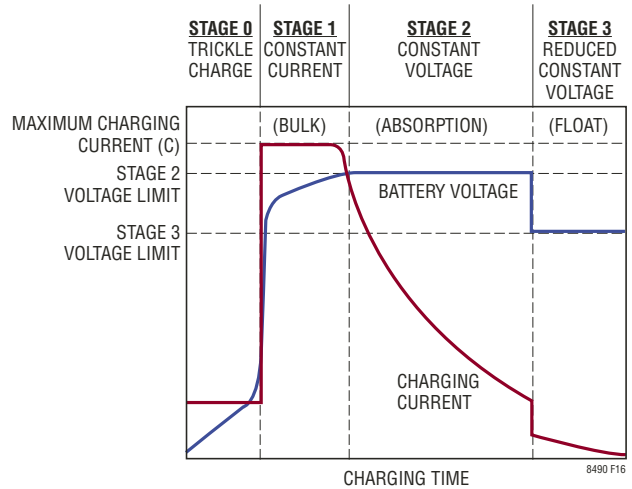


图 16：铅酸电池充电周期



## 应用信息

### STATUS 和 FAULT 指示器

LT8490 通过两个输出 (STATUS 和 FAULT 引脚) 来报告充电器状态。这些引脚可用驱动 LED 以提供用户反馈。此外，STATUS 引脚还兼用作一个 UART 输出，用于向外设传送状态信息。表 6 描述了这些引脚的 LED 运行方式与充电器状态的关系。

当 LT8490 处于运作状态时，STATUS 引脚以一个 3.5 秒 (典型值) 的间隔进行变换，如图 17 所示。图 17 中示出的三个脉冲代表运作于阶段 3 的充电器。STATUS 和 FAULT 引脚电平上拉以接通 LED，而驱动至地则关闭 LED。

表 6：STATUS 和 FAULT 引脚 LED 指示器

充电器状态	LED 脉冲 / 3.5s，近似的每脉冲导通时间		更多信息见以下部分
	STATUS	FAULT	
阶段 0	1，10ms	关闭	电池充电算法
阶段 1	1，250ms	关闭	电池充电算法
阶段 2 和 (阶段 3 被启用或时间限制功能被启用，或者 I <sub>OUT</sub> 上升至高于 C/5)	2，250ms	关闭	电池充电算法和充电器配置部分
阶段 2 和阶段 3 被停用而且时间限制功能被停用，I <sub>OUT</sub> 降低至低于 C/10	导通	关闭	电池充电算法和充电器配置部分
阶段 3	3，250ms	关闭	电池充电算法
已完成充电	导通	关闭	充电时间限制
电池接入检测故障	1，10ms	1，250ms	温度、测量、补偿和故障
无效电池温度故障	1，10ms	2，250ms	温度、测量、补偿和故障
定时器超时故障	1，10ms	3，250ms	充电时间限制
电池欠压故障	1，10ms	4，250ms	阶段电压限值

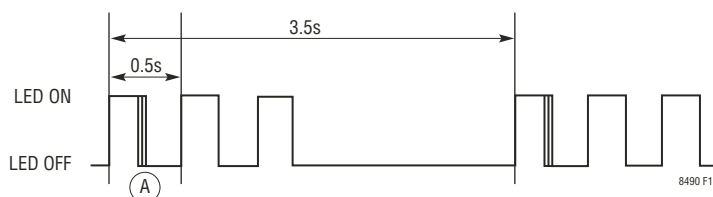


图 17：铅酸电池充电周期

## 应用信息

### 利用 STATUS 和 FAULT 引脚来驱动 LED

LT8490 上的 STATUS 和 FAULT 引脚可用于驱动 LED 指示器。图 18 示出了采用这两个引脚来驱动 LED 的最简单配置。

STATUS 引脚能为一个 LED 提供高达 2.5mA 的驱动电流。当 STATUS 被驱动至接近 3.3V 时，选择适当的  $R_{D_{SA}}$  以把 LED 电流限制为 2.5mA 或更小。当 STATUS 被驱动至接近地电位且  $R_{D_{SB}}$  在端子上具有约 3.3V 电压时，则选择合适的  $R_{D_{SB}}$  以传导一个与 LED 电流相等的电流。图 18 中的  $D_S$  可在 STATUS 被驱动至高电平时传导大约 2.5mA。 $R_{D_{SB}}$  在 STATUS 被驱动至低电平时传导约 2.5mA。

相比于 STATUS 引脚，FAULT 引脚具有一个弱上拉 (见“典型性能特征”部分)。LED 电流通常由 FAULT 引脚驱动器自我限制在 1mA 以下。图 18 中的  $R_{D_{FB}}$  通常为 3.32k $\Omega$  并增加了 FAULT LED 电流。当如图 18 所示进行配置时， $D_F$  LED 电流应被限制在 1.5mA 以下。

如需驱动较高电流 LED，可采用图 19 所示的电路。请注意，在该场合中用于  $D_F$  的 LED 电流由  $INTV_{CC}$  稳压器提供。过大的 LED 会导致  $INTV_{CC}$  稳压器过载和 / 或在 LT8490 中引起过量发热。当采用该电路时，7.5mA 是一

个不错的起点。通过谨慎的电路板评估，可以采用更高的电流。晶体管 Q2 必须具有一个大于  $INTV_{CC}$  的集电极-发射极击穿电压。MMBT3646 具有 15V 的击穿电压，非常适合于此应用。

在该场合中用于  $D_S$  的 LED 电流由  $V_{IN}$  提供。不要从  $INTV_{CC}$  吸收用于  $D_S$  的电流，因为这将增加 LT8490 中的功率耗散。晶体管 Q1 必须具有一个大于  $V_{IN}$  的集电极-发射极击穿电压。MMBT5550L 具有 140V 的击穿电压，适合于大多数应用。

为了正确地设定图 19 所示的电阻器，可采用下面的方程式：

$$R_{E1} \approx \frac{2.6}{I_D} \Omega$$

$$R_{C1} \approx \left( \frac{INTV_{CC} - V_F}{I_D} \right) \Omega$$

$$R_{B1} = \frac{50}{I_D} \Omega$$

式中的  $INTV_{CC}$  通常为 6.35V， $V_F$  为 LED 的正向电压 (通常约为 1.7V)， $I_D$  是流过 LED 的期望偏置电流。

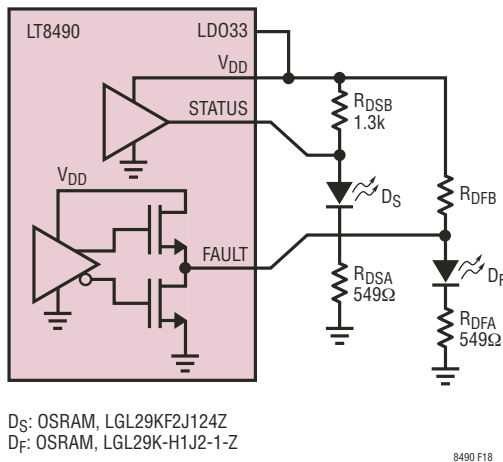


图 18 : 默认的 STATUS/FAULT LED 指示器

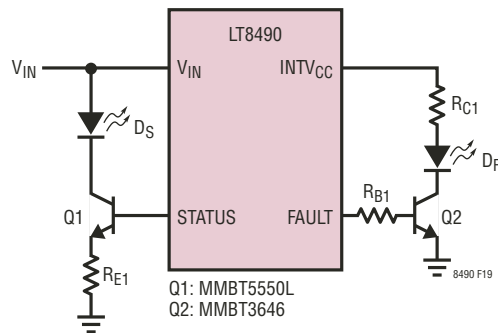


图 19 : 用于 STATUS/FAULT LED 的较高电流驱动器

## 应用信息

### STATUS 引脚 UART

STATUS 引脚还提供了一种 UART (仅限发送) 通信功能。该功能可实现 LT8490 的远端监视。紧接着表 6 所述的每个初始脉冲之后，STATUS 引脚将发送一个同步字节 (0x55)，接着是一个状态字节。UART 数据的传输以 LSB 优先。图 20 示出了图 17 中标记为 (A) 之区域的放大图。

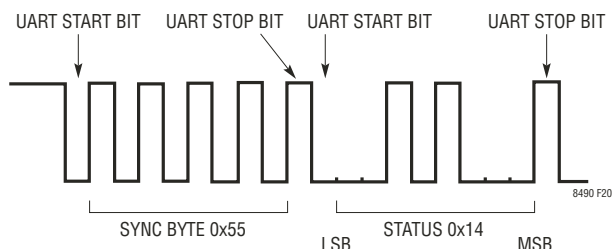


图 20：图 17 中标记 (A) 区域的 UART 传输波形

图 20 中示出的状态字节具有与当前充电阶段有关的信息以及故障信息。用于每个 UART 字节的数据格式为 8 个数据位，无奇偶校验，具有一个停止位。传输速率为 2400 波特  $\pm 10\%$  (可能需要自动波特率检测)，并采用同步字节以实现正确的数据接收。图 21 定义了状态字节中存在的每个位。状态字节始终包含一个 MSB = 0。包含一个 MSB = 1 的状态字节应被忽略。

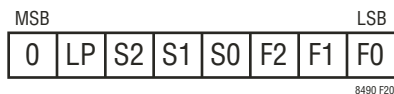


图 21：状态字节解码

$\overline{LP}$ ：若在低功率模式中则为“0” (见“低功率模式”部分)。

S2/S1/S0：阶段描述 (见表 7)

F2/F1/F0：故障描述 (见表 8)

表 7：阶段描述

阶段	条件	S2	S1	S0
阶段 0	-	0	0	0
阶段 1	-	0	0	1
阶段 2	阶段 3 被启用	0	1	0
	定时器和阶段 3 被停用，充电电流升至高于 C/5	1	0	0
阶段 3	-	0	1	1
已完成充电	-	1	0	1

表 8：故障描述

故障信息	F2	F1	F0
不存在故障	0	0	0
电池断接 (热敏电阻断接)	0	0	1
无效电池温度	0	1	0
定时器故障	0	1	1
电池欠压	1	0	0

如果存在多种故障，则通过 STATUS 和 FAULT 引脚报告表 8 中排位最高的故障。

## 应用信息

### 自动充电器重启和故障恢复

LT8490 拥有许多特性和查验功能，它们有可能导致充电器停止运作，直到恢复了有利的工作条件为止。表 9 列出了造成 LT8490 停止充电操作的常见原因及其将自动重启充电的条件。一旦自动重启，所有的定时器均复位 (从一个无效电池温度故障恢复时除外)。

表 9：自动重启条件

充电停止的原因	重启所需满足的要求	重启或恢复充电
已完成充电	阶段 3 被停用且 $V_{BAT}$ 降至低于 $V_{S2}$ 的 95%	重启
	阶段 3 被启用且 $V_{BAT}$ 降至低于 $V_{S3}$ 的 96%	重启
电池欠压故障	$V_{BAT}$ 升至 $V_{S2}$ 的 35%	重启
阶段 0 超时	$V_{BAT}$ 升至 $V_{S2}$ 的 70% 或充电停止之后的每个小时 (阅读下文)	重启
阶段 1 超时	$V_{BAT}$ 上升 5% 或 $V_{BAT}$ 升至 $V_{S2}$ 的 98% 或充电停止之后的每个小时 (阅读下文)	重启
阶段 2 超时	$V_{BAT}$ 降至低于 $V_{S2}$ 的 66% 或充电停止之后的每个小时 (阅读下文)	重启
无效电池温度	电池温度恢复至有效温度范围之内 (具有 5°C 的迟滞)	恢复
电池断接故障	重新连接热敏电阻	重启

充电器将在充电操作由于阶段 0、阶段 1 或阶段 2 中的超时故障之原因而停止之后的每个小时尝试重启。以下列任何方式配置充电器可阻止充电器每小时进行一次自动重启：

1. 停用阶段 3、选择窄的电池温度范围以及不选择温度补偿型电池电压。
2. 不工作于电源模式。
3. 停用定时器限制功能。

### SHDN 引脚连接

LT8490 需要在  $\overline{\text{SHDN}}$  引脚上提供 1.234V (典型值) 以启动。另外，为了实现正确的启动操作，还需要在  $V_{IN}$  上具有 5V 的最小电压；于是，采用一个连接在  $V_{IN}$  和  $\overline{\text{SHDN}}$  引脚之间的电阻分压器以设定该门限。按图 22 所示来连接  $\overline{\text{SHDN}}$  引脚 (需要采用 1% 容差或更好的电阻器)。

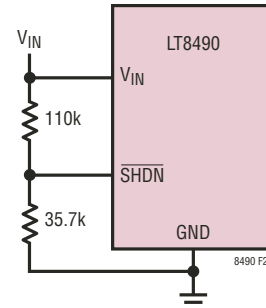


图 22：SHDN 引脚电阻分压器

## 应用信息

### 开关配置 – MODE 引脚

LT8490 具有两种受控于 MODE 引脚之状态的开关运行方式。把 MODE 连接至一个高于 2.3V 的电压 (即  $V_{DD}$  或  $INTV_{CC}$ ) 可针对不连续导通模式 (DCM) 来配置器件, 该模式只允许正电流流至电池。有关该操作模式的更多信息可查阅 LT8705 的产品手册。

把 MODE 引脚连接至低于 0.4V 的电压 (即: 地电位) 将如下所述改变配置:

1. 自动 CCM/DCM 模式切换: 非常大的电感器电流纹波会导致 LT8490 工作在高电流条件下, 同时仍然处于 DCM 模式中。在该场合中, M4 开关 (在图 23 中做了加亮处理) 会由于电池充电电流流过该器件的体二极管而发热。

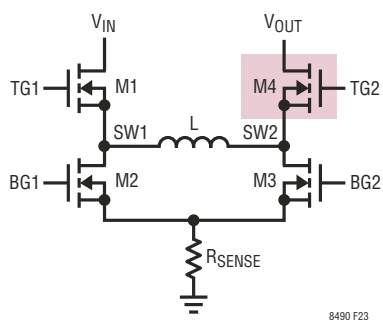


图 23：开关的简化示意图

把 MODE 引脚连接至低电平可通过启动连续导通门限模式 (CCTM) 来抑制 M4 的发热。在该模式中, 平均充电电流由 IMON\_OUT 引脚来监视。当电池充电电流很低时 (因此 IMON\_OUT 很低, 通常在 122mV 以下), LT8490 将工作于传统的 DCM 模式。当充电电流增加时, IMON\_OUT 最终将升高至高于约 195mV, 并指示 LT8490 进入 CCM 操作模式, 从而将接通 M4 并减少发热量。虽然平均充电电流将为正, 但是该模式确实允许在每个开关周期之内有一定的负电流流动。如果不需要该运行方式, 则采用 DCM 操作。

2. 自动  $EXTV_{CC}$  稳压器断接: 如在 LT8705 产品手册中更为详细地讨论的那样,  $INTV_{CC}$  引脚借助两个可用的输入引脚 ( $V_{IN}$  或  $EXTV_{CC}$  之一) 调节至 6.35V。 $EXTV_{CC}$  引脚常常连接至电池, 因而允许采用一个低电压电源来调节  $INTV_{CC}$ , 这将最大限度地减少 LT8490 中的功率损耗和发热。然而, 当充电电流很低时应把  $EXTV_{CC}$  与电池断接, 以避免电池放电。

当 MODE 很低时, LT8490 自动强制  $INTV_{CC}$  稳压器采用  $V_{IN}$  取代  $EXTV_{CC}$  作为输入电源 (在充电电流变至低水平的情况下)。充电电流在 IMON\_OUT 引脚上进行监视。当 IMON\_OUT 降至低于 122mV (典型值) 时,  $INTV_{CC}$  稳压器采用  $V_{IN}$  作为输入电源。当 IMON\_OUT 升高至高于约 195mV 时, 如果  $EXTV_{CC}$  也高于 6.4V (典型值), 则  $INTV_{CC}$  将采用  $EXTV_{CC}$  进行调节。当 MODE 连接至高电平时, 通过采用“任选的  $EXTV_{CC}$  断接”部分中讨论的外部电路可以实现相同的功能。

最后, 在 LT8490 的内部布设了一个连接在  $EXTV_{CC}$  和地之间的 305k $\Omega$  (典型值) 电阻器。该电阻器可从电池吸收电流, 除非  $EXTV_{CC}$  断接。请见“任选的  $EXTV_{CC}$  断接”部分, 以找到一种在充电电流变至低水平或充电停止时自动断接  $EXTV_{CC}$  的方法。

## 应用信息

### 任选的低功率模式

当来自太阳能电池板的电流不够高以至于无法可靠地测量最大功率点时，LT8490 可以自动地在低功率模式中开始运作。当在电源模式中采用一个 DC 电源来运作时，低功率模式将自动被停用。在其他情况下，低功率模式功能默认为启用并允许 LT8490 在非常低的光照条件下对电池进行充电，而这种光照条件原本会导致 LT8490 停止充电。另外，也可以采用本节稍后讨论的一种方法来停用低功率模式。

在低功率模式中，LT8490 短暂地停止充电，从而使得电池板电压上升。当电池板对输入电容器进行了充足的充电时，LT8490 把来自输入电容器的能量转移到电池，同时拉低电池板电压。这种运行方式快速重复，从而向电池输送电荷，如“典型性能特征”部分中“低功率模式中的电池板电压”曲线图所示。

针对低功率模式的最小输入电容：在每个电荷转移周期里，必须从输入电容器向电池转移一个最小能量值。在其他情况下则可以消耗电池的电能不能不是对其实施充电。图 24 示出了当充电器在接近 10V 的最小输入电压下工作时所需的最小输入电容。当电池板电压上升时，由于照度增加的原因，将有更多的能量被存储在输入电容器中，输送至电池的能量将相应地增加。当使用低输入电容运作时，应谨慎地检查太阳能电池板电压以实现优良的稳定性和最小的纹波。

最小输入电压：当启用了低功率模式时，电池板电压必须首先超过 10V (典型值 — 通过 VINR 引脚进行测量)，之后充电器将尝试给电池充电。如果未将足够的电荷输送至电池，充电器有可能短暂地等待以获得更高的输入电压，然后把输入电荷转移至电池。

退出低功率模式：在检测到足够的输入电流之后，充电器将自动退出低功率模式并恢复正常充电。充电器通常要求输入电流超过最大输入电流限值的 2.5% 至 3%，以产生一个有

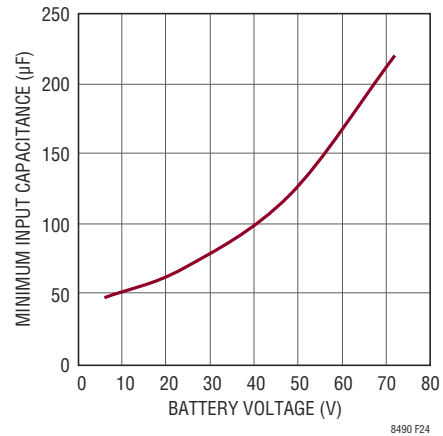


图 24：低功率模式所需的最小输入电容器

效的功率点读数并退出低功率模式。当搜索最大功率点时，电池板电压最低可调节至 6V。

停用低功率模式：如果最小输入电容 (或 10V 最小启动电压) 不适合应用，则可通过加入电阻器  $R_{NLP} = 3.01k\Omega$  (如图 25 所示) 来停用低功率模式。当低功率模式被停用时，LT8490 将在电池板上检测到 6V 或更高的电压之后尝试给电池充电。如果输入电流过低 (通常小于最大输入电流限值的 1.5%)，则充电暂时停止。LT8490 将每隔 30 秒尝试一次电池充电，或者在测量到电池板电压显著上升时尝试一次电池充电。当 LT8490 确定拥有充足的电池板电流时，正常的充电操作将自动恢复。

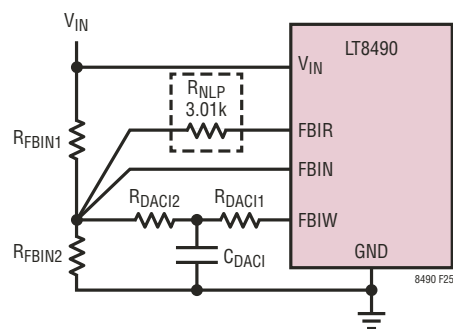


图 25：利用电阻器  $R_{NLP}$  停用低功率模式

## 应用信息

### 任选的输出反馈电阻器断接

为了测量和调节电池电压，LT8490 采用了一个连接至电池的电阻反馈网络。除非将这些电阻器与电池断接，否则即使在电池不处于充电状态时它们也将从电池吸收电流，如图 26 所示。当采用小容量电池时，这一点可能是不如人意的。

如果需要，当充电停止时可通过采用图 27 所示电路使这些电阻器与电池自动断接。该电路受控于来自 LT8490 的 SWENO 信号，并在充电进行时连接电阻反馈网络。当充电停止时，将该网络断接，从电池吸收的电流变得微乎其微。

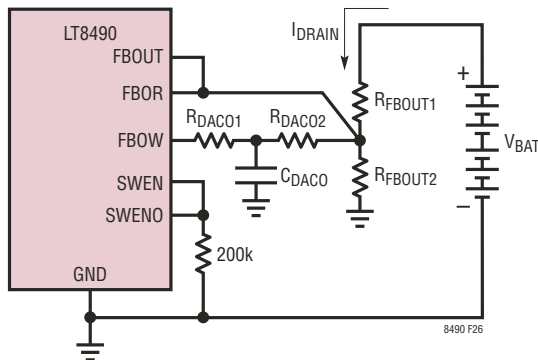


图 26：电池在未充电时的放电

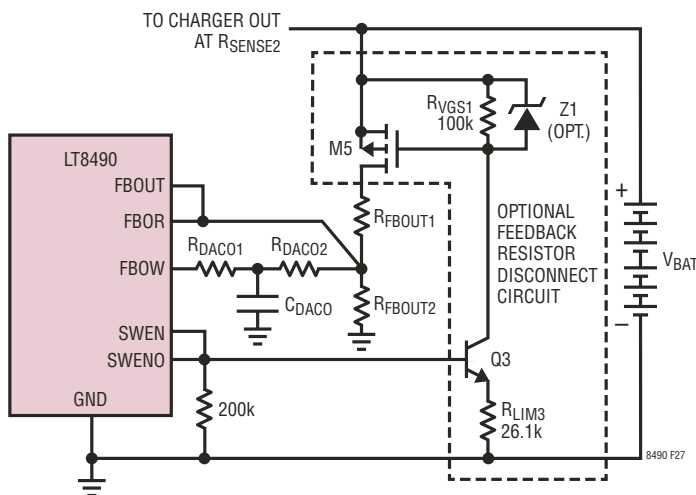


图 27：任选的反馈电阻器断接电路

选择 M5：该 PMOS 必须具有一个大于最大  $V_{BAT}$  的漏极至源极击穿电压。ZVP3310F 额定在 100V，因而使其适合于大多数应用。

选择 Q3：该 NPN 必须具有一个大于最大  $V_{BAT}$  的集电极至发射极击穿电压。MMBT5550L 同样因其具有 140V 的额定击穿电压而成为大多数应用的合适之选。

选择  $R_{LIM3}$ ：采用  $V_{GSon}$  并设定  $R_{VGS1}$  至 100k $\Omega$

$$R_{LIM3} = \left[ \left( \frac{R_{VGS1}}{V_{GSon}} \right) \cdot 2.6V \right] \Omega$$

式中的  $V_{GSon}$  是接通 M5 所需的期望栅极至源极电压。如果 M5 的选择不正确，那么导通电阻或许大至足以在该器件的漏-源极端子上引起一个显著的电压降。检查该电压降以确定应用是否能容许该误差。

选择 Z1：由于在电池热插拔期间有可能出现瞬变，因此建议采用该齐纳二极管来保护器件 M5 免遭过大栅极至源极电压的损坏。如果采用器件 Z1，则应选择合适的反向击穿电压以使  $V_{GSon} < V_{Z1breakdown} < V_{GSmax}$ ，其中的  $V_{GSmax}$  是器件制造商规定的最大额定栅极至源极电压。BZT52C13 具有一个 13V 的反向击穿电压，因而使其适合于图 27 中所示的  $R_{LIM3}$  阻值。

替用电路：对于较低的电池电压 (<20V)，图 27 中的 Q3 会发生饱和。为避免这种情况，可考虑将 Q3 的发射极直接连接至地 (通过去除  $R_{LIM3}$  并把电阻器  $R_{LIM4}$  增添到 Q3 的基极，如图 28 所示)。在任意低电池电压条件下采用任选的反馈电阻器断接将受限于 M5 所需的栅极至源极电压。

采用下式来正确地设定  $R_{LIM4}$ ：

$$R_{LIM4} = 91 \cdot \frac{R_{VGS1}}{V_{BAT}}$$

## 应用信息

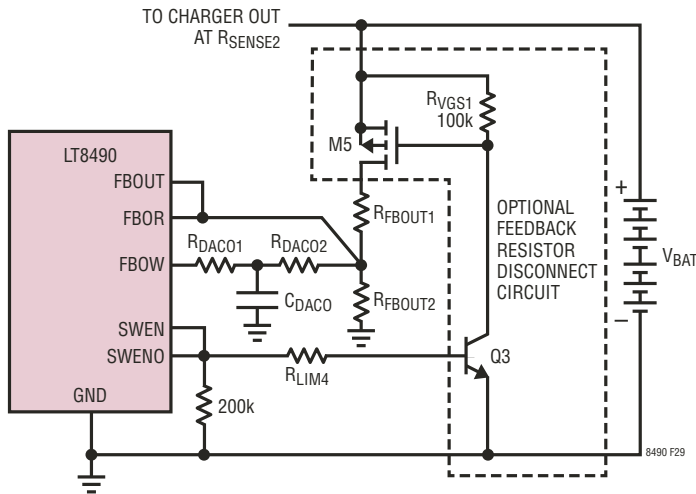


图 28：任选的低电池电压反馈电阻器断接电路

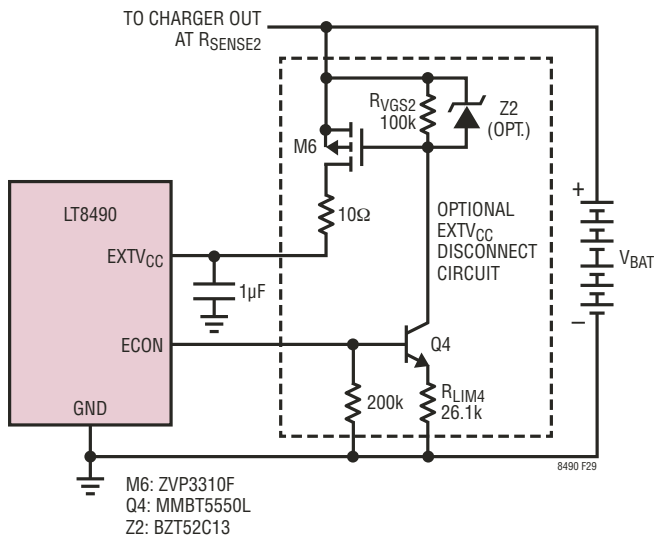


图 29：任选的 EXTV<sub>CC</sub> 断接电路

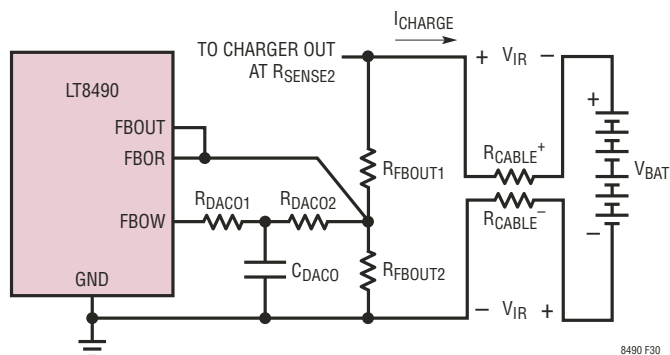


图 30：电池接线中存在的 IR 压降

### 任选的 EXTV<sub>CC</sub> 断接

常常希望把 EXTV<sub>CC</sub> 连接至电池以降低 LT8490 中的功率损耗 (提高效率) 和发热。然而, LT8490 将电流吸收至 EXTV<sub>CC</sub> 引脚中, 这会在充电电流很低或充电停止时耗尽电池的电量。把 MODE 引脚连接至低电平 (如“开关配置 — MODE 引脚”部分所讨论) 可在充电电流变至很低时取消从 EXTV<sub>CC</sub> 吸收的大部分电流。不过, 始终存在一条穿过 LT8490 的从 EXTV<sub>CC</sub> 至地的 305kΩ (典型值) 通路。如果 MODE 连接至高电平或 305kΩ 负载不合需要时, 则可采用图 29 所示的任选电路将 EXTV<sub>CC</sub> 断接。

当充电电流变得很低时, LT8490 通过 ECON 信号使 EXTV<sub>CC</sub> 与电池断接。充电电流通过利用 IOR 引脚的 A/D 输入测量 IMON\_OUT 引脚电压来监视。当 IMON\_OUT 降至低于 122mV (典型值) 时, ECON 信号走低且 EXTV<sub>CC</sub> 与电池断接。当 IMON\_OUT 升至高于 195mV (典型值) 时, ECON 信号走高且 EXTV<sub>CC</sub> 重新连接至电池。

可按照前一部分所述的相同建议和方程式来选择用于任选 EXTV<sub>CC</sub> 断接电路的组件。

### 任选的远程电池电压检测

LT8490 在充电期间持续测量电池电压。视在电池电压在 LT8490 的地和 R<sub>FBOU1</sub> 的顶端之间检测。在充电期间, 电池电缆中的电阻 (图 30 中的 R<sub>CABLE+</sub>/R<sub>CABLE-</sub>) 使视在电压高于实际电池电压 (高出的幅度为 2 • V<sub>IR</sub>)。

当以高电流给低电压电池充电时, 这种电缆压降的影响最显著。例如, 在 15A 电流条件下, 一根采用 14 AWG 线的 4 英尺电池电缆会具有超过 0.5V 的电压降。然而请注意, 当电池接近满充电时, 该电压降以及充电电流自动减小。



## 应用信息

$V_{IR}$  电压降所产生的最显著的影响如下：

1. 当在阶段 2 中接近满充电时， $V_{IR}$  误差将致使充电器不必要地过早减小充电电流。这会增加充电时间。
2. 在阶段 2 中，C/10 时的充电终止将出现在一个等于  $C/10 \cdot (R_{CABLE}^+ + R_{CABLE}^-)$  的降低电池电压条件下，其为满充电电流时电压降的 10%。
3. 相比于没有电缆压降的场合，STATUS 引脚将更早地发出“从阶段 1 至阶段 2 转换”的指示信号。

另一方面，此类影响在较高的电池电压条件下就不那么显著了，因为充电电流通常较低，而且电缆压降变成了总电池电压的一个较小的百分数。使用较粗和 / 或较短的电池电缆是抑制此类影响的最简单方法。另外，图 31 中的远端电池检测电路能够对这些影响进行校正。

$R_{CABLE}^+$  测量误差可通过采用一根附加的正 (+) 端子检测电缆来消除。负电缆误差通过把  $R_{CABLE}^-$  压降从采用一根负 (-) 端子检测电缆、LT1636、Q5 和 R5 在正电池端子上测

量的电压中减去来消除。 $R'_{FBOUT}$ 、 $R''_{FBOUT}$  和 R5 按下式来确定：

$$R''_{FBOUT1} = \frac{0.5 \cdot R_{FBOUT1}}{V_{S2} - 1.211} \Omega$$

$$R'_{FBOUT1} = (R_{FBOUT1} - R''_{FBOUT1}) \Omega$$

$$R5 = R''_{FBOUT1} \Omega$$

式中的  $V_{S2}$  是室温下的阶段 2 电压限值，而针对  $R_{FBOUT1}$  的求解方法在前面的“阶段电压限值”部分做过讨论。用于确定  $R_{DACO1}$ 、 $R_{DACO2}$ 、 $R_{FBOUT2}$  和  $C_{DACO}$  也在“阶段电压限值”部分中进行了讨论。

由于其具有低吸收电流的原因 (<1mA)，因此 Q5 可以是一个具有至少高达电池电压两倍之集电极-发射极击穿电压的小信号器件。MMBT3904 是一款额定至 40V 的良好 BJT。或者，也可以采用额定至 140V 的 MMBT5550L。

布设 R3 是出于安全考虑，以防正 (+) 电池检测电缆变至断接状态。通过创建一条替代通路以上拉  $R''_{FBOUT1}$  电池电压

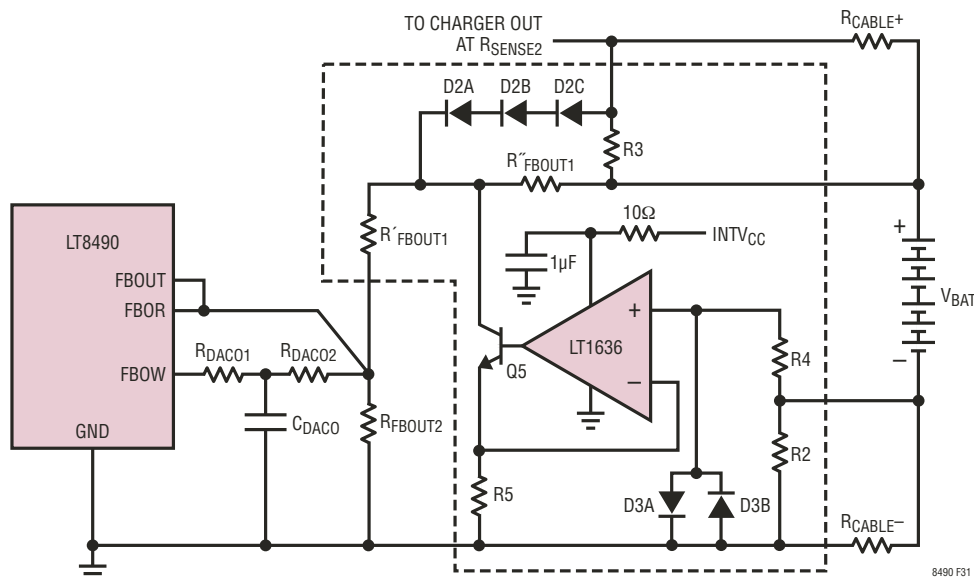


图 31：消除正 (+) 和负 (-) 电缆  $V_{IR}$  测量误差

8490 F31

## 应用信息

检测电阻器，R3 可在此类场合中防止电池过度充电。R3 电阻应小于  $R_{FBOUT1}$  的 1%。将 R3 选为一个 100Ω 电阻器常常是一种不错的选择。在正常操作期间，R3 两端的电压与  $R_{CABLE+}$  两端的电压大约相等。然而，如果  $R_{CABLE+}$  变至断接状态，则 R3 有可能在其端子上承受高达  $V_{S2} - V_{BAT}$  的电压。应选择具有合适额定功率 (通常至少为 1W) 的 R3。

如果正充电电缆 ( $R_{CABLE+}$ ) 变至断接而其他条件保持不变，则 D2A-D2C 可保护充电器。未采用二极管时，充电器的输出有可能发生过压并受到损害。BAV99 二极管是良好的选择，其采用双通道二极管封装以最大限度地缩减电路板空间。请注意，这些二极管把最大  $R_{CABLE+}$  误差限制为 0.3V 至 0.5V。如果在正电缆中通常存在一个较大的电压降，则应布设更多的串联二极管。当完成远端检测连接时，D2D 通过限制栅极至源极电压来保护 M5 器件。

D3A、D3B 和 R4 负责保护 LT1636 的输入免遭负 (-) 电池端子检测连接线上可能的极端电压的损坏。双通道二极管

BAV99 也适用于该场合。对于 R4 而言，4.99kΩ 是一个合适的阻值。

如果  $R_{CABLE-}$  变至断接，则 R2 将保持一个负电压基准。将 R2 选为一个 100Ω 电阻器通常是一种不错的选择。在正常操作期间，R2 两端的电压与  $R_{CABLE-}$  两端的电压大约相同。然而，如果  $R_{CABLE-}$  变至断接状态，则 R2 有可能在其端子上承受高达  $V_{S2} - V_{BAT}$  的电压。应选择具有合适额定功率的 R2，通常至少为 1W，因为存在著远端检测电路的正 (+) 和负 (-) 导线首先连接至电池以应对热插拔问题的情形 (更多详情请见“热插拔考虑”部分)。

图 32 示出了如何针对那些在充电完成时要求实现最准确的电池电压检测和可忽略之电池消耗的应用来组合远端检测电路 (图 31) 和反馈电阻器断接 (图 27)。由于  $R_{VGS1}$  电流也将流过  $R_{FBOUT1}$  (故而在实测电池电压中引起误差)，因此  $R_{VGS1}$  电阻器不再能连接至 M5 的源极 (如在图 27 中一样)。图 31 示出： $R_{VGS1}$  已被重新连接至正 (+) 电池检测端子。

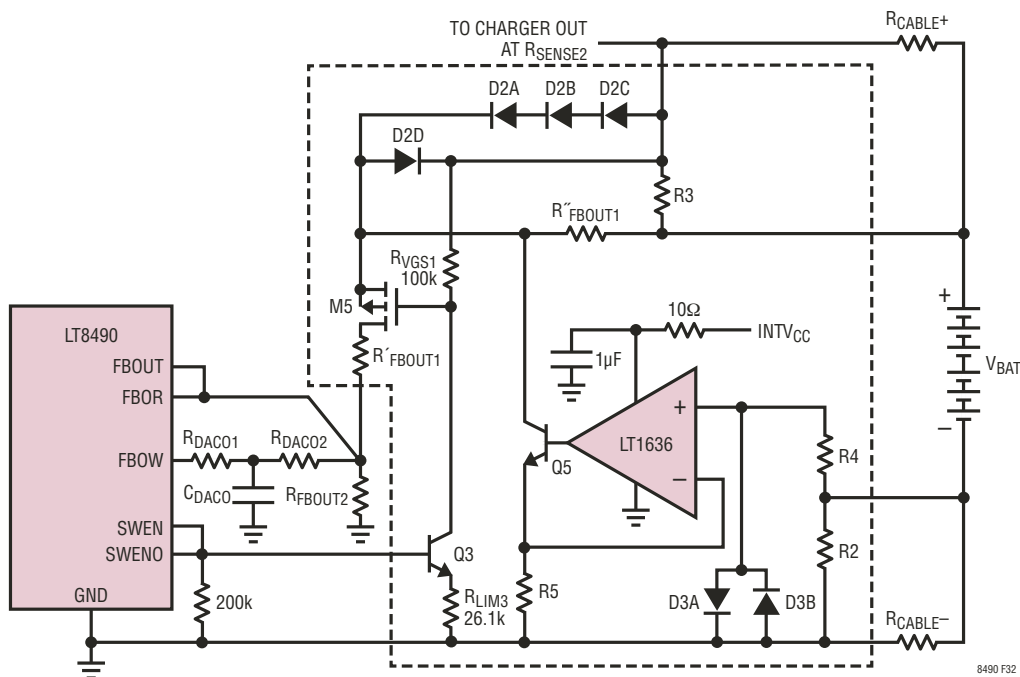


图 32：怎样组合图 27 和图 30

## 应用信息

### 任选的 DC 电源检测电路

当能使用太阳能电池板或 DC 电源给充电器供电时，可以配置双输入应用电路。当由一个 DC 电源供电时，VINR 引脚必须拉低以启动电源模式。此外，还必须使用隔离二极管以防止电源相互反馈。图 33 中给出的电路说明了一种内置此类特性的方法。

如图 33 所示，当连接 DC 电源时，Q6 PNP 把 VINR 拉至低于 174mV (典型值) 以启动 LT8490 的电源模式。一定要选择一个能够在完全饱和之前把 VINR 拉至电源模式门限以下的 NPN。或者，也可以用 NMOS 器件来替代 Q6，并谨慎地避免 NMOS 的栅极发生过压。

视电流限制设置的不同，二极管  $D_{\text{PANEL}}$  和  $D_{\text{VDC}}$  会招致显著的电流和热量。可考虑使用肖特基二极管或合适的理想二极管 (例如：LTC4358、LTC4412、LTC4352 等) 以最大限度地减少发热量。

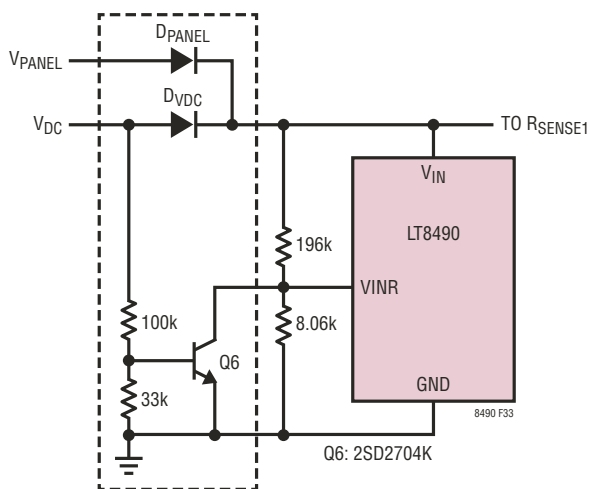


图 33：任选的 DC 电源检测电路

### 电路板布局考虑

对于和 LT8490 的 LT8705 部分相关的所有功率组件和电路板布线，请查阅 LT8705 的文档，其提供了电路板布局检查清单和图例。

### 热插拔考虑

当把电池连接至 LT8490 充电器时，由于部分放电电池组与充电器输出电容器之间的电荷均衡之原因，会出现很大的浪涌电流。当把光照电池板或受电 DC 电源连接至输入时会产生相似的影响，但程度较轻。浪涌电流的大小取决于：(1) 电池、电池板或电源电压，(2) 输入或输出电容器的 ESR，(3) 电容器的初始电压，和 (4) 电缆阻抗。过大的浪涌电流会导致有损连接器完整性的瞬态放电，和 / 或会在 LT8490 引脚上引起电过应力的电压过冲。

通过先经由一条阻性路径把电池或电源连接至充电器并随后紧接一个短路，可使过大的浪涌电流有所减小。这可以通过在多针连接器中采用交错长度针脚来完成。这也可以通过使用图 31 中的任选电路来实现，即首先连接正 (+) 和负 (-) 电池远端检测接线，从而允许充电器输出电容器通过电阻器 R2 和 R3 进行充电。或者，也可以考虑使用诸如 LT1641、LT4256 等热插拔 (Hot Swap™) 控制器以形成一种电流限制连接。

### 设计实例

在本设计实例中，把 LT8490 与一个 175W/5.4A 太阳能电池板 ( $V_{\text{MAX}} < 53\text{V}$ ) 和一个 12V 富液铅酸电池配对使用。期望的最大电池充电电流 (C) 为 10A，并具有 2.5A (C/4) 的涓流充电电流。充电器设置如下：-20°C 至 50°C 有效电池温度范围、温度补偿型充电限制、无时间限制和阶段 3 被启用 ( $V_{\text{S3}}/V_{\text{S2}} = 97.2\%$ )。在该实例中，电阻器被取整至最接近的标准阻值。如果需要更好的准确度，则或许需要使用多个串联的电阻器。

## 应用信息

- 当  $R_{FBOUT2}$  设定在  $20k\Omega$  且期望的阶段 2 电压限值为  $14.2V$  时，顶端输出反馈电阻器  $R_{FBOUT1}$  根据下式来计算：

$$\begin{aligned} R_{FBOUT1} &= R_{FBOUT2} \cdot \left[ V_{S2} \cdot \left( \frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega \\ &= 20k \cdot \left[ 14.2 \cdot \left( \frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega \\ &= 234,684\Omega \end{aligned}$$

选择  $R_{FBOUT1} = 237k\Omega$ ，其为最接近的标准阻值电阻器。

- 在计算了  $R_{FBOUT1}$  之后，依据下面的公式来求解  $R_{DAC01}$ 、 $R_{DAC02}$  和  $C_{DAC0}$ ：

$$\begin{aligned} R_{DAC02} &= \frac{R_{FBOUT1} \cdot R_{FBOUT2} \cdot 0.833}{\left( R_{FBOUT2} \cdot V_{S2} \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - R_{FBOUT2} - R_{FBOUT1}} \Omega \\ &= \frac{234,684 \cdot 20k \cdot 0.833}{\left( 20k \cdot 14.2 \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - 20k - 234,684} \Omega \\ &= 107,556\Omega \end{aligned}$$

选择  $R_{DAC02} = 107k\Omega$ ，其为最接近的标准阻值电阻器。

$$\begin{aligned} R_{DAC01} &= (0.2 \cdot R_{DAC02}) \Omega \\ &= 0.2 \cdot 107,556\Omega \\ &= 21,511\Omega \end{aligned}$$

选择  $R_{DAC01} = 21.5k\Omega$ ，其为最接近的标准阻值电阻器。

$$\begin{aligned} C_{DAC0} &= \frac{1}{500 \cdot R_{DAC01}} F \\ &= \frac{1}{500 \cdot 21,511} F \\ &= 93nF \end{aligned}$$

- 采用上面计算的标准阻值电阻器， $V_{X3}$ 、 $N_1$  和  $N_2$  查验方程式可得出以下结果：

$$\begin{aligned} V_{X3} &= 14.31V \\ N_1 &= 1.22 \\ N_2 &= 0.804 \end{aligned}$$

- 如欲找到一种可产生  $V_{X3}$  接近期望之  $14.2V$  的电阻器组合，可把  $R_{FBOUT2}$  增加至下一个更高的标准阻值并重复上面的计算。
- 执行前一步的迭代运算，包括调整  $R_{FBOUT1}$ 、 $R_{DAC01}$  和  $R_{DAC02}$ ，直到选择了以下的标准阻值反馈电阻器为止：

$$\begin{aligned} R_{FBOUT1} &= 274k\Omega \\ R_{FBOUT2} &= 23.2k\Omega \\ R_{DAC01} &= 26.1k\Omega \\ R_{DAC02} &= 124k\Omega \\ C_{DAC0} &= 0.082\mu F \end{aligned}$$

其中：

$$\begin{aligned} V_{X3} &= 14.27V \\ N_1 &= 1.22 \\ N_2 &= 0.805 \end{aligned}$$

- 在确定了输出反馈网络之后，采用  $V_{MAX}$  并依据下面的公式来求解输入电阻器反馈网络：

$$\begin{aligned} R_{FBIN1} &= 100k \cdot \frac{\left[ 1 + \left( \frac{4.47V}{V_{MAX} - 6V} \right) \right]}{\left[ 1 + \left( \frac{5.593V}{V_{MAX} - 6V} \right) \right]} \Omega \\ &= 100k \cdot \frac{\left[ 1 + \left( \frac{4.47V}{53V - 6V} \right) \right]}{\left[ 1 + \left( \frac{5.593V}{53V - 6V} \right) \right]} \Omega \\ &= 97,865\Omega \end{aligned}$$

## 应用信息

对于  $R_{FBIN1}$ ，最接近的标准阻值为 97.6k $\Omega$

$$\begin{aligned} R_{DACI2} &= 2.75 \cdot \left( \frac{R_{FBIN1}}{V_{MAX} - 6V} \right) \Omega \\ &= 2.75 \cdot \left( \frac{97,865}{53V - 6V} \right) \Omega \\ &= 5,726\Omega \end{aligned}$$

选择  $R_{DACI2} = 5.76k\Omega$ ，其为最接近的标准阻值。

$$\begin{aligned} R_{FBIN2} &= \frac{1}{\left( \frac{1}{100k - R_{FBIN1}} \right) - \left( \frac{1}{R_{DACI2}} \right)} \Omega \\ &= \frac{1}{\left( \frac{1}{100k - 97,865} \right) - \left( \frac{1}{5,726} \right)} \Omega \\ &= 3,404\Omega \end{aligned}$$

选择  $R_{FBIN2} = 3.4k\Omega$ ，其为最接近的标准阻值。

$$\begin{aligned} R_{DACI1} &= 0.2 \cdot R_{DACI2} \Omega \\ &= 0.2 \cdot 5,726\Omega \\ &= 1,145\Omega \end{aligned}$$

选择  $R_{DACI1} = 1.1k\Omega$ ，其为最接近的标准阻值。

$$\begin{aligned} C_{DACI} &= \frac{1}{1000 \cdot R_{DACI1}} F \\ &= \frac{1}{1000 \cdot 1,145} F \\ &= 873nF \end{aligned}$$

- 与输出反馈电阻器相似，采用一种迭代过程将最终的输入反馈电阻器选择为标准阻值。“输入电压检测和调制网络”部分中的  $V_{X1}$  和  $V_{X2}$  方程式被用来验证选择：

$$\begin{aligned} R_{FBIN1} &= 93.1k\Omega \\ R_{FBIN2} &= 3.24k\Omega \\ R_{DACI1} &= 1.05k\Omega \\ R_{DACI2} &= 5.49k\Omega \\ C_{DACI} &= 1\mu F \end{aligned}$$

式中：

$$\begin{aligned} V_{X1} &= 6V \\ V_{X2} &= 53V \end{aligned}$$

- 10A 最大充电电流限值和 2.5A 涓流充电电流限值通过采用下面的公式选择  $R_{SENSE2}$ 、 $R_{IMON\_OUT}$  和  $R_{IOW}$  来设定：

$$R_{SENSE2} = \frac{0.0497}{I_{OUT(MAX)}} \Omega = \frac{0.0497}{10} \approx 5m\Omega$$

$$\begin{aligned} R_{IMON\_OUT} &= \frac{1208}{I_{OUT(MAXS0)} \cdot R_{SENSE2}} \Omega \\ &= \frac{1208}{2.5 \cdot 5m} \Omega \\ &= 96.64k\Omega \end{aligned}$$

这里，最接近的标准阻值为 97.6k $\Omega$ 。

$$\begin{aligned} R_{IOW} &= \frac{24.3k \cdot R_{IMON\_OUT}}{R_{IMON\_OUT} - 24.3k} \Omega \\ &= \frac{24.3k \cdot 97.6k}{97.6k - 24.3k} \Omega \\ &= 32,356\Omega \end{aligned}$$

这里，最接近的标准阻值也为 32.4k $\Omega$ 。

## 应用信息

- 输入电流限值通过正确选择  $R_{SENSE1}$  来设定。在本例中，太阳能电池板能够提供高达 5.4A 电流。如果选择一个 30% 的裕量，则得出：

$$R_{SENSE1} = \frac{0.0505}{I_{IN(MAX)}} = \frac{0.0505}{1.3 \cdot 5.4} = 7.2m\Omega$$

- 如欲启用温度补偿型充电限制并提供一个为阶段 2 电压限值之 97.2% 的阶段 3 调节电压，则在下式中采用  $V_{S3}/V_{S2} = 0.972$ ：

$$CHARGECFG1\% = \left[ 2.67 \cdot \left( \frac{V_{S3}}{V_{S2}} - 0.85 \right) + 0.55 \right] \cdot 100\%$$

$$CHARGECFG1\% = 87.6\%$$

90.9k $\Omega$  (连接在 CHARGECFG1 和地之间) 和 13k $\Omega$  (连接在  $AV_{DD}$  和 CHARGECFG1 之间) 的标准阻值电阻器可用于设定 CHARGECFG1。

- 如需针对  $-20^{\circ}\text{C}$  至  $50^{\circ}\text{C}$  有效电池温度范围设定无时间限制，则要求把 CHARGECFG2 连接至  $AV_{DD}$ 。
- 为了获得更高的准确度，建议输出反馈电阻器网络采用 0.1% 容差的电阻器。
- 请查阅 LT8705 的产品手册以了解完成 LT8490 剩馀电源部分的有关信息。

应用信息

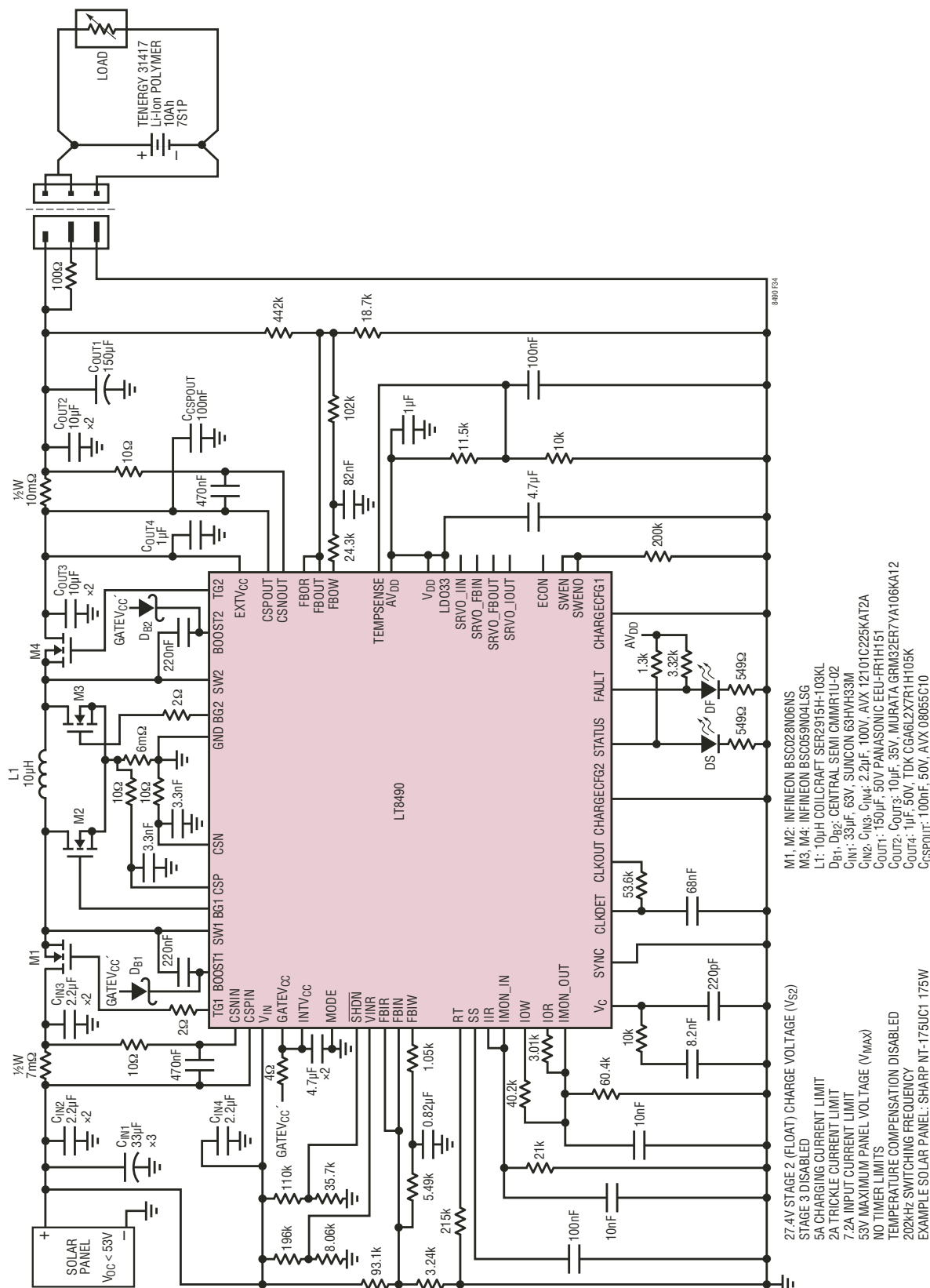
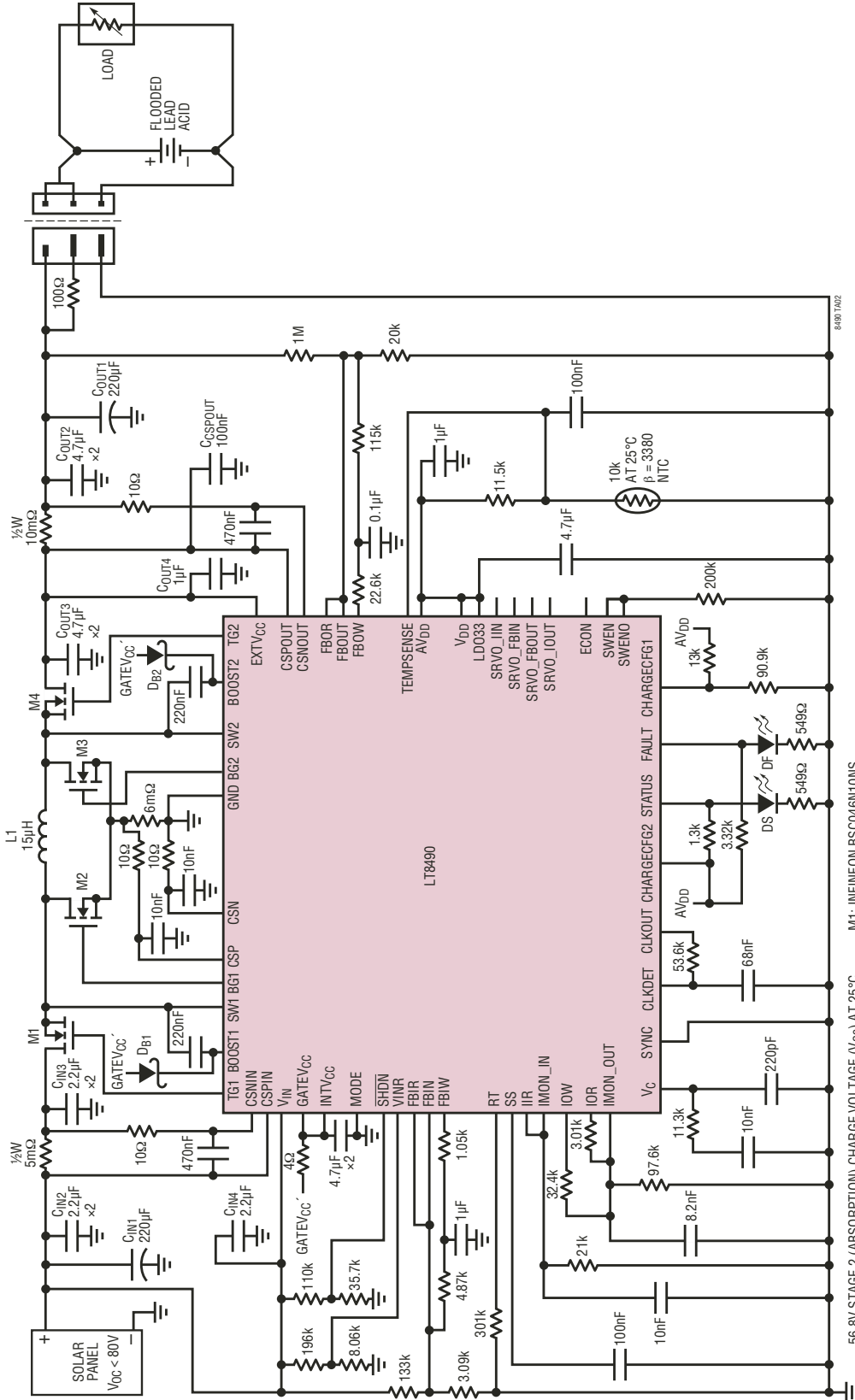


图 34 : 27.4V 锂离子聚合物电池充电器

- M1, M2: INFINEON BSC028N06NS  
 M3, M4: INFINEON BSC059N04LSG  
 L1: 10μH COILCRAFT SER2915H-103K1  
 DB1, DB2: CENTRAL SEMI CMMRTU-02  
 CIN1: 33μF, 63V, SUNCON 63HVH33M  
 CIN2, CIN3, CIN4: 2.2μF, 100V, AVX T2101C225KAT2A  
 COUT1: 150μF, 50V PANASONIC EEU-FR1H151  
 COUT2: 10μF, 35V, MURATA GRM32ER7YA106K412  
 COUT3: 1μF, 50V, TDK CGA6L2X7R1H105K  
 CGSPOUT: 100nF, 50V, AVX 08055C10
- 27.4V STAGE 2 (FLOAT) CHARGE VOLTAGE (V<sub>S2</sub>)  
 STAGE 3 DISABLED  
 5A CHARGING CURRENT LIMIT  
 2A TRICKLE CURRENT LIMIT  
 7.2A INPUT CURRENT LIMIT  
 53V MAXIMUM PANEL VOLTAGE (V<sub>MAX</sub>)  
 NO TIMER LIMITS  
 TEMPERATURE COMPENSATION DISABLED  
 202kHz SWITCHING FREQUENCY  
 EXAMPLE SOLAR PANEL: SHARP NT-175UC1 175W

应用信息

56.8V 铅酸电池充电器 (四个串联的 12V 电池)



- M1: INFINEON BSC046N10NS
- M2: INFINEON BSC109N10NS
- M3, M4: INFINEON BSC057M08NS
- L1: 15μH COILCRAFT SER2915H-153KL
- Dp1, Dp2: CENTRAL SEMI CMMRTU-02
- CIN1, COUT1: 220μF, 100V, AVX 12101C225KAT2A
- CIN2, CIN3, CIN4: 2.2μF, 100V, TDK C4532X7S2A475M230KB
- COUT2, COUT3: 4.7μF, 100V, AVX 12101C475KAT2A
- COUT4: 1μF, 100V, AVX 12101C105KAT2A
- Ctemp: 100nF, 50V, AVX 08055C10

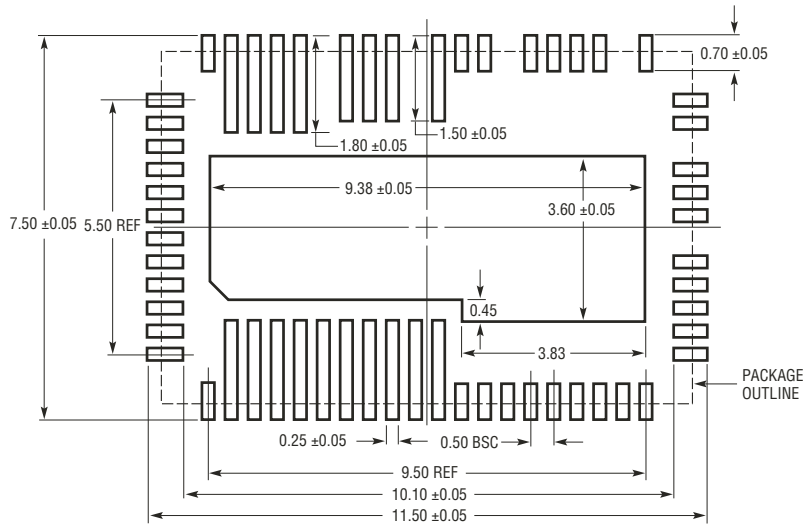
56.8V STAGE 2 (ABSORPTION) CHARGE VOLTAGE (V<sub>S2</sub>) AT 25°C  
 55.2V STAGE 3 (FLOAT) CHARGE VOLTAGE (V<sub>S3</sub>) AT 25°C  
 5A CHARGING CURRENT LIMIT  
 1.25A TRICKLE CURRENT LIMIT  
 11.4A INPUT CURRENT LIMIT  
 80V MAXIMUM PANEL VOLTAGE (V<sub>MAX</sub>)  
 NO TIMER LIMITS  
 TEMPERATURE COMPENSATION ENABLED  
 -20°C TO 50°C BATTERY TEMPERATURE RANGE  
 145kHz SWITCHING FREQUENCY  
 EXAMPLE SOLAR PANEL: SHARP NT-175UC1 175W,  
 SHARP NU-U235F3 235W



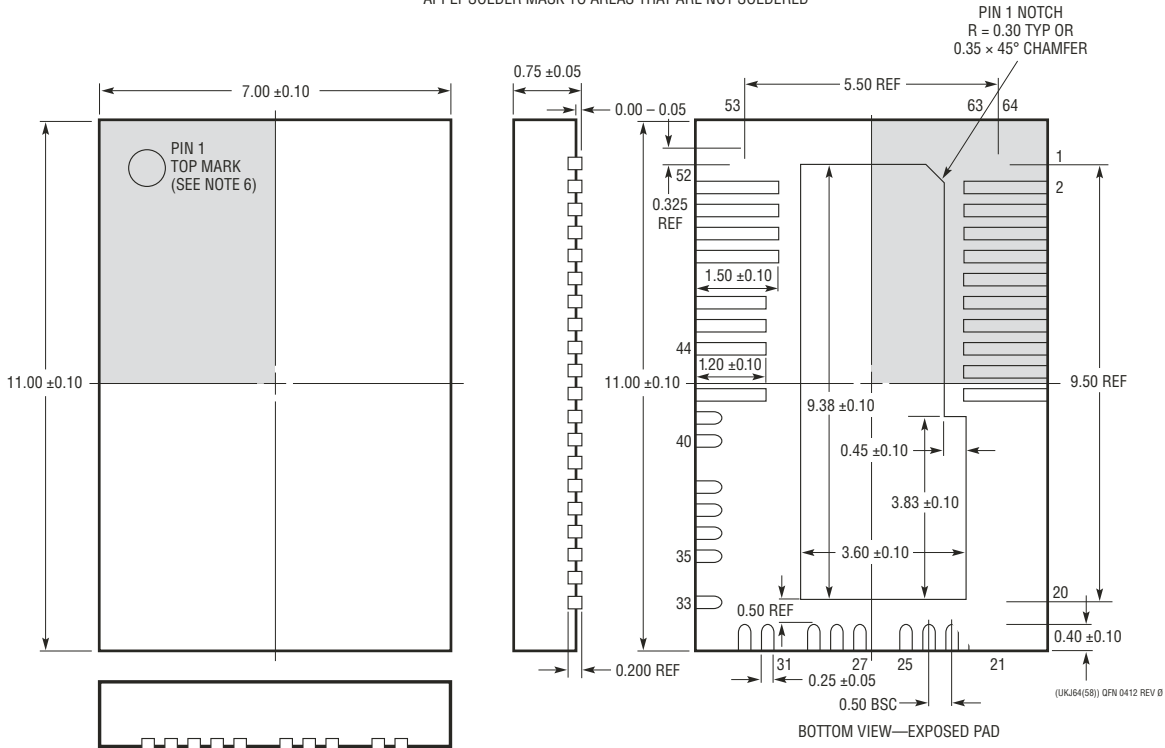
# 封装描述

如需了解最近的封装图样，请登录 <http://www.linear.com.cn/designtools/packaging/>

**UKJ 封装**  
**变化：UKJ64(58)**  
**64(58) 引脚塑料 QFN (7mm × 11mm)**  
 (参考 LTC DWG # 05-08-1922 Rev 0)



APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED

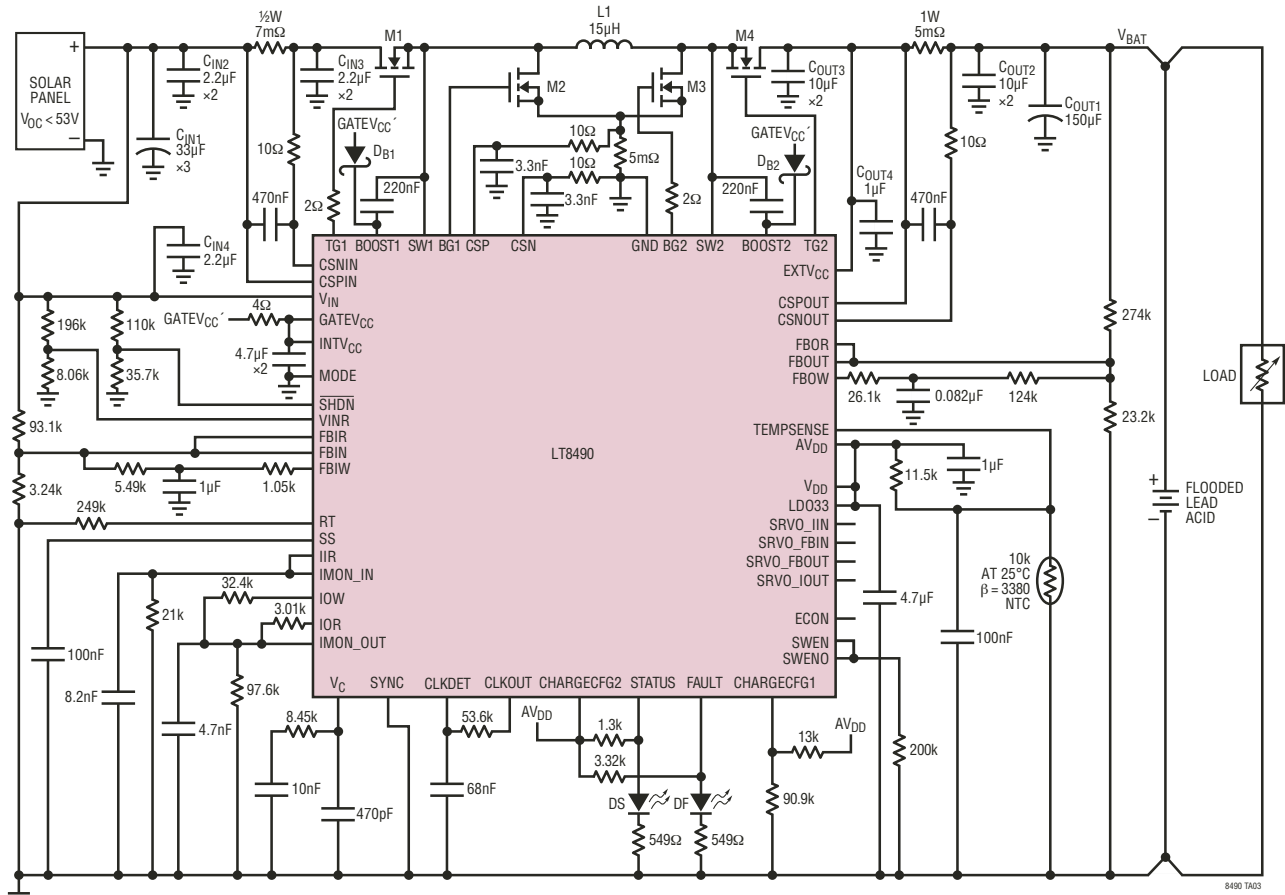


(UKJ64(58)) QFN 0412 REV 0

- NOTE:
1. DRAWING IS NOT A JEDEC PACKAGE OUTLINE
  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 0.20mm ON ANY SIDE
  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

### 14.2V 富液铅酸电池充电器



14.27V STAGE 2 (ABSORPTION) CHARGE VOLTAGE ( $V_{S2}$ ) AT 25°C  
 13.87V STAGE 3 (FLOAT) CHARGE VOLTAGE ( $V_{S3}$ ) AT 25°C  
 10A CHARGING CURRENT LIMIT  
 2.5A TRICKLE CURRENT LIMIT  
 7.2A INPUT CURRENT LIMIT  
 53V MAXIMUM PANEL VOLTAGE ( $V_{MAX}$ )  
 NO TIMER LIMITS  
 TEMPERATURE COMPENSATION ENABLED  
 -20°C TO 50°C BATTERY TEMPERATURE RANGE  
 175kHz SWITCHING FREQUENCY  
 EXAMPLE SOLAR PANEL: SHARP NT-175UC1 175W

M1, M2: INFINEON BSC028N06NS  
 M3, M4: INFINEON BSC042N03LSG  
 L1: 15μH COILCRAFT SER2915H-153KL  
 D<sub>B1</sub>, D<sub>B2</sub>: CENTRAL SEMI CMMR1U-02  
 C<sub>IN1</sub>: 33μF, 63V, SUNCON 63HVH33M  
 C<sub>IN2</sub>, C<sub>IN3</sub>, C<sub>IN4</sub>: 2.2μF, 100V, AVX 12101C225KAT2A  
 C<sub>OUT1</sub>: 150μF, 35V NICHICON UPJ151MPD6TD  
 C<sub>OUT2</sub>, C<sub>OUT3</sub>: 10μF, 35V, MURATA GRM32ER7YA106KA12  
 C<sub>OUT4</sub>: 1μF, 25V AVX 12063C105KAT2A

## 相关器件

器件型号	描述	备注
<a href="#">LT3652/LT3652HV</a>	用于太阳能电源的功率跟踪 2A 电池充电器	$V_{IN}$ 范围 = 4.95V 至 32V (LT3652), 4.95V 至 34V (HV), MPPC
<a href="#">LTC4000-1</a>	具最大功率点控制 (MPPC) 功能以为电池充电的高电压、大电流控制器	$V_{IN}$ 和 $V_{OUT}$ 范围 = 3V 至 60V, MPPC
<a href="#">LTC4020</a>	55V $V_{IN}/V_{OUT}$ 降压-升压型多化学组成电池充电控制器	锂离子电池和铅酸电池充电算法, MPPC