

产品特性

集成最大功率点跟踪(MPPT)功能的升压调节器

迟滞控制器可实现最佳的超轻负载效率

320 nA超低静态电流(CBP ≥ MINOP)

260 nA超低静态电流(CBP < MINOP)

输入电压范围: 80 mV至3.3 V

通过电荷泵实现380 mV(典型值)冷启动

MPPT开路电压(OCV)检测

针对光伏(PV)或热电发生器(TEG)能量源的可编程MPPT比

MINOP引脚可编程关断点

储能管理

可编程电压监控器(2.2 V至5.2 V)支持充电并防止过度充电或过度放电

针对连接BACK_UP引脚的可选备用原电池提供电源路径管理

RF传输友好

通过微控制器(MCU)进行通信的暂时关断升压调节器

应用

PV电池能量采集

TEG能量采集

由太阳能电池板供电的电池调节器

工业监控

自供电式无线传感器设备

具有能量采集功能的便携式和可穿戴式设备

概述

ADP5090是一款集成式升压调节器,可转换PV电池或TEG的直流电源。该器件可对储能元件(如可充电锂离子电池、薄膜电池、超级电容和传统电容)进行充电,并对小型电子设备和无电池系统上电。

ADP5090提供有限采集能量(从16 μW到200 mW范围)的高效转换,工作损耗为亚μW级别。利用内部冷启动电路,调节器可在低至380 mV的输入电压下启动。冷启动后,调节器便可在80 mV至3.3 V的输入电压范围内正常工作。

通过检测VIN引脚上的输入电压,控制环路可将输入电压纹波限定在固定范围内,从而保持稳定的DC-DC升压转换。VIN OCV检测和输入电压的可编程调节点允许最大限度地提取PV电池或TEG采集器的能量。可编程最低工作阈值(MINOP)可在低光照条件下实现升压关断。此外,DIS_SW引脚还能暂时关断升压调节器,并且对RF传输友好。

Rev. A

Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文,敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误,ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性,请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

典型应用电路

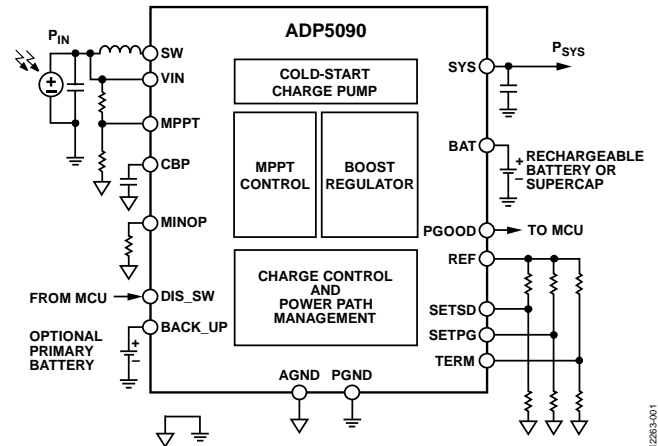


图1.

12283-001

ADP5090的充电控制功能保护可充电储能器,实现方法是通过可编程充电端接电压和关断放电电压监控电池电压。此外,可编程PGOOD标志监控SYS电压。

可选原电池可通过集成式电源路径管理控制模块连接和管理,该模块自动开关来自能量采集器、可重复充电电池和原电池的电源。

ADP5090采用16引脚、3 mm × 3 mm LFCSP封装,额定结温范围为-40°C至+125°C。

目录

产品特性	1	MINOP功能	12
应用	1	禁用升压	12
典型应用电路	1	电池过充电保护	12
概述	1	电池放电保护	12
修订历史	2	电源良好(PGOOD)	13
规格	3	电源路径工作流程	14
绝对最大额定值	4	电流限制和短路保护	14
热阻	4	热关断	14
ESD警告	4	应用信息	15
引脚配置和功能描述	5	能量采集器选择	15
典型性能参数	6	储能元件选择	15
详细功能框图	10	电感选择	15
工作原理	11	电容选择	15
冷启动($V_{SYS} < V_{SYS_TH}$, $V_{IN} > V_{IN_COLD}$)	11	布局和装配考虑因素	16
升压调节器($V_{BAT_TERM} > V_{SYS} \geq V_{SYS_TH}$)	11	典型应用电路	17
VIN开路和MPPT	11	外形尺寸	19
储能器电荷管理	11	订购指南	19
备用储能路径	12		

修订历史

2014年11月 — 修订版0至修订版A

更改图25	10
更改“电池放电保护”部分	12
更改“电源良好(PGOOD)部分”和表5的列标题	13
更改“CBP电容”部分	16
更改图32	18

2014年9月 — 修订版0: 初始版

规格

除非另有说明, $V_{IN} = 1.2\text{ V}$, $V_{SYS} = V_{BAT} = 3\text{ V}$, $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C (对于最小值/最大值规格), $T_A = 25^\circ\text{C}$ (对于典型规格)。外部元件和电感(L) = $22\ \mu\text{H}$, $C_{IN} = 4.7\ \mu\text{F}$, $C_{SYS} = 4.7\ \mu\text{F}$ 。

表1.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
冷启动电路						
冷启动最小输入电压	V_{IN_COLD}	$V_{SYS} = 0\text{ V}, 0^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$		380	440	mV
冷启动最小输入功率	P_{IN_COLD}			16		μW
冷启动结束工作阈值	V_{SYS_TH}		1.8	1.93	2.03	V
冷启动结束工作迟滞	V_{SYS_HYS}			125		mV
升压调节器						
输入电压工作范围	V_{IN}	冷启动完成	0.1		3.3	V
输入功率工作范围	P_{IN}	冷启动完成, $V_{IN} = 0.5\text{ V}$	0.01		200	mW
输入峰值电流	I_{IN_PEAK}			100	135	mA
低端开关导通电阻	$R_{LS_DS_ON}$			1.25	1.71	Ω
高端开关导通电阻	$R_{HS_DS_ON}$			1.38	1.88	Ω
SYS开关导通电阻	$R_{SYS_DS_ON}$			0.48	0.70	Ω
DIS_SW高压	DIS_SW_{HIGH}		1			V
DIS_SW低压	DIS_SW_{LOW}				0.5	V
DIS_SW延迟	t_{DIS_DELAY}			1		μs
VIN控制与调节						
VIN开路电压采样周期	T_{VOC_CYCLE}			19		s
VIN开路电压采样时间	T_{VOC_SAMPL}			296		ms
MINOP偏置电流	I_{MINOP}		1.45	2	2.55	μA
MINOP工作电压范围	V_{MINOP}				1	V
储能管理						
SYS引脚的工作静态电流	I_{Q_SYS}	$V_{IN} > V_{CBP} \geq V_{MINOP}, V_{SYS} > V_{BAT_SD}$		320	580	nA
SYS引脚的休眠静态电流	$I_{IQ_SLEEP_SYS}$	$V_{CBP} < V_{MINOP}, V_{SYS} > V_{BAT_SD}$		260	480	nA
内部基准电压	V_{REF}		1.14	1.21	1.28	V
电池停止放电阈值	V_{BAT_SD}		2		V_{BAT_TERM}	V
电池停止放电迟滞电阻	$R_{BAT_SD_HYS}$		65	103.5	150	k Ω
电池端子充电阈值	V_{BAT_TERM}		2.2		5.2	V
电池端子充电迟滞	$V_{BAT_TERM_HYS}$			3	3.7	%
SYS引脚的PGOOD下降阈值	V_{SYS_PG}		V_{BAT_SD}		V_{BAT_TERM}	V
SYS引脚的PGOOD迟滞电阻	$R_{SYS_PG_HYS}$		65	103.5	150	k Ω
PGOOD上拉电阻				11.8	17	k Ω
PGOOD下拉电阻				11.8	17	k Ω
电池开关导通电阻	$R_{BAT_SW_ON}$			0.55	0.73	Ω
电池电流能力	I_{BAT}				800	mA
BAT引脚漏电流	I_{BAT_LEAK}	$V_{BAT} = 2\text{ V}, V_{BAT_SD} = 2.2\text{ V}, V_{SYS} = 2\text{ V}$ $V_{BAT} = 3.3\text{ V}, V_{BAT_SD} = 2.2\text{ V}, V_{SYS} = 0\text{ V}$		15	50	nA
BACK_UP电源路径						
BACK_UP开关导通电阻	$R_{BKP_SW_ON}$	$V_{SYS} = V_{BACK_UP} = 3\text{ V}$		1.18	1.60	Ω
BACK_UP和BAT比较器失调	V_{BKP_OFFSET}	$V_{SYS} \geq V_{SYS_TH}$	135	185	250	mV
BACK_UP和BAT比较器迟滞	V_{BAT_HYS}	$V_{SYS} \geq V_{SYS_TH}$	55	75	100	mV
BACK_UP电流能力	I_{BKP}	$V_{SYS} \geq V_{SYS_TH}$		400	520	mA
BACK_UP引脚漏电流	I_{BKP_LEAK}	$V_{BACK_UP} = V_{SYS} = V_{BAT} = 3\text{ V}$		6	18	nA
热关断						
热关断阈值	T_{SHDN}	$V_{SYS} \geq V_{SYS_TH}$		125		$^\circ\text{C}$
热关断迟滞	T_{HYS}			15		$^\circ\text{C}$

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
VIN, MPPT, CBP, MINOP	-0.3 V至+3.6 V
DIS_SW, TERM, SETPG, SETSD, PGOOD, REF至AGND	-0.3 V至+6.0 V
SW, SYS, BAT, BACK_UP至 PGND	-2.0 V至6.0 V
PGND至GND	-0.3 V至0.3 V

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断产品能否正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

热阻

θ_{JA} 针对最差条件，即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表3.

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
16引脚LFCSP封装	53.1	4.55	°C/W

ESD警告



ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

引脚配置和功能描述

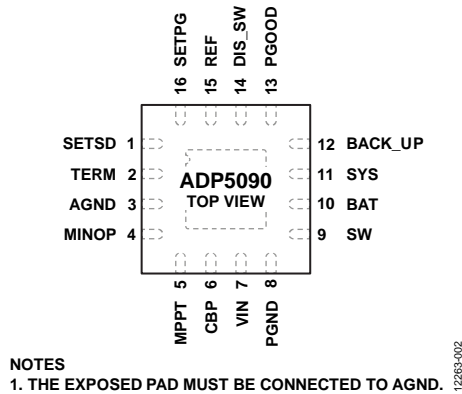


图2. 引脚配置

表4. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	SETSD	关断设置。此引脚根据BAT节点电压电平设置关断放电电压。
2	TERM	终端充电电压。此引脚根据BAT节点电压电平设置终端充电电压。
3	AGND	模拟地。将裸露焊盘连接到板上的模拟地。
4	MINOP	最小工作电源。在此引脚上放置一个电阻来设置最小工作输入电压电平。CBP电压超过MINOP电压后，升压调节器开始切换。此引脚连接AGND可禁用MINOP功能。
5	MPPT	最大功率点跟踪。此引脚设置不同能量采集器的最大功率点跟踪电平。若要禁用MPPT，可悬空此引脚。
6	CBP	电容旁路。采样与保持最大功率点电平。应将一个10 nF电容连接在此引脚与AGND之间。MPPT禁用时，将CBP与低于VIN的外部基准电压源相连。
7	VIN	来自能量采集器的输入电源。在此引脚和PGND之间至少连接一个4.7 μF电容，并尽可能靠近放置。
8	PGND	电源地。
9	SW	感性升压调节器的开关节点，与外部电感相连。应将一个22 μH电感连接在此引脚与VIN之间。
10	BAT	将可充电电池或超级电容用作SYS输出电源的储能器。
11	SYS	向系统负载提供的输出电源。在此引脚和PGND之间至少连接一个4.7 μF电容，并尽可能靠近放置。
12	BACK_UP	备用原电池的可选输入电源。
13	PGOOD	输出电源。当SYS电压高于SETPG阈值时，保持逻辑高电平信号。
14	DIS_SW	来自MCU或RF收发器的控制信号。拉高此引脚，停止主升压开关。拉低此引脚，启动主升压开关。
15	REF	为SETSD、TERM和SETPG引脚提供偏置电压。将电阻分压器网络的高端与此偏置电压相连。
16	SETPG	根据SYS节点电压电平设置电源良好电压。
	EPAD	裸露焊盘。裸露焊盘必须连接到AGND。

典型性能参数

$I_{VIN} = 5 \text{ mA}$, $V_{BAT_TERM} = 3.5 \text{ V}$, $V_{SYS_PG} = 3.0 \text{ V}$, $V_{BAT_SD} = 2.4 \text{ V}$, MPPT比率(OCV) = 80%, $L = 22 \mu\text{H}$, $C_{IN} = C_{SYS} = 4.7 \mu\text{F}$, $C_{CBP} = 10 \text{ nF}$ 。

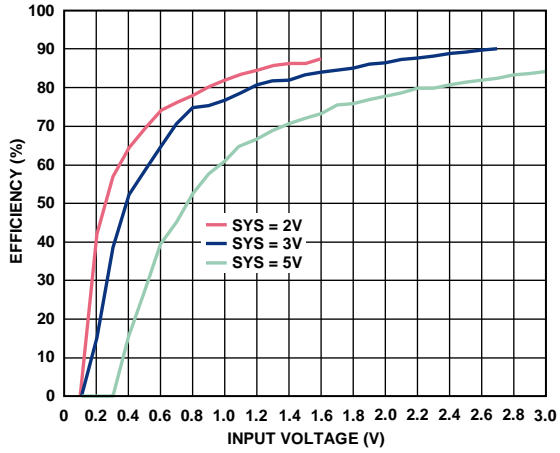


图3. 效率与输入电压的关系, $I_{IN} = 10 \mu\text{A}$

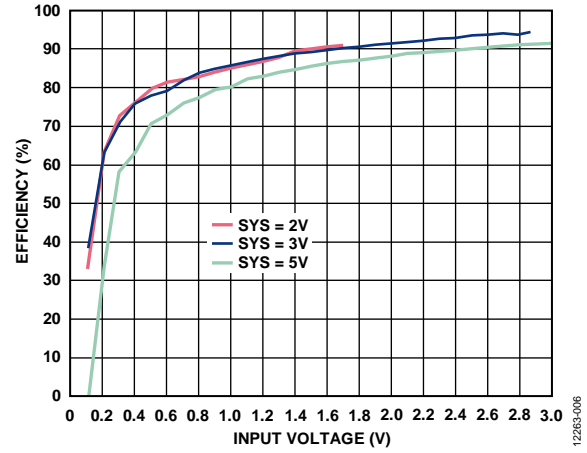


图6. 效率与输入电压的关系, $I_{IN} = 100 \mu\text{A}$

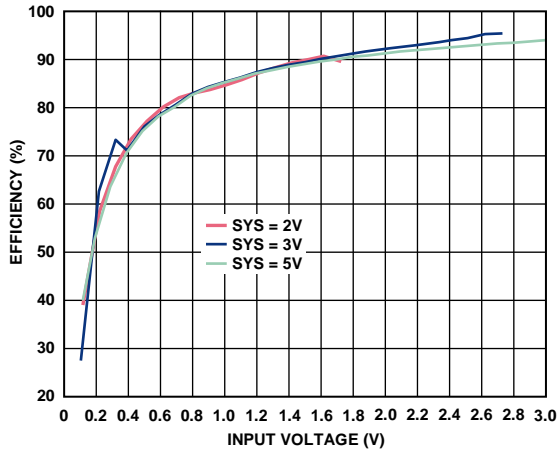


图4. 效率与输入电压的关系, $I_{IN} = 10 \text{ mA}$

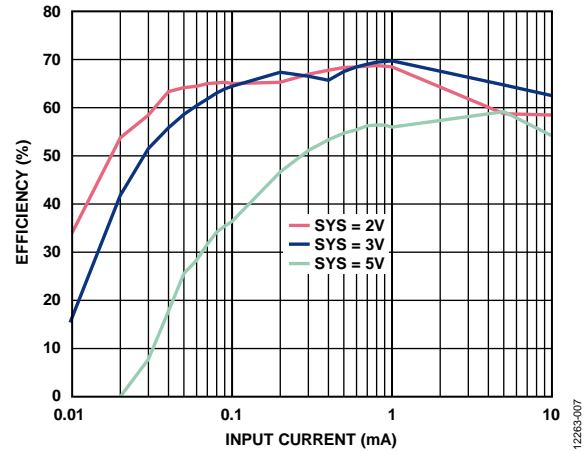


图7. 效率与输入电流的关系, $V_{IN} = 0.2 \text{ V}$

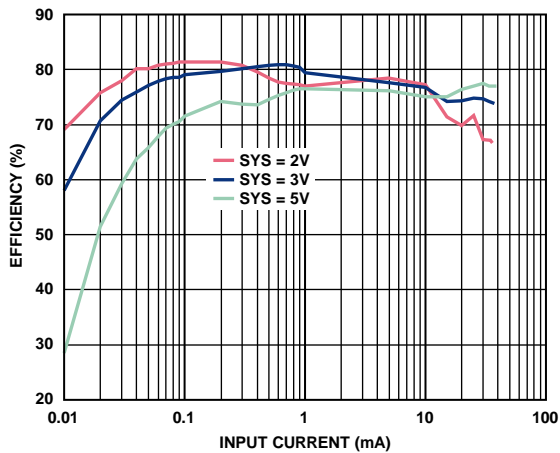


图5. 效率与输入电流的关系, $V_{IN} = 0.5 \text{ V}$

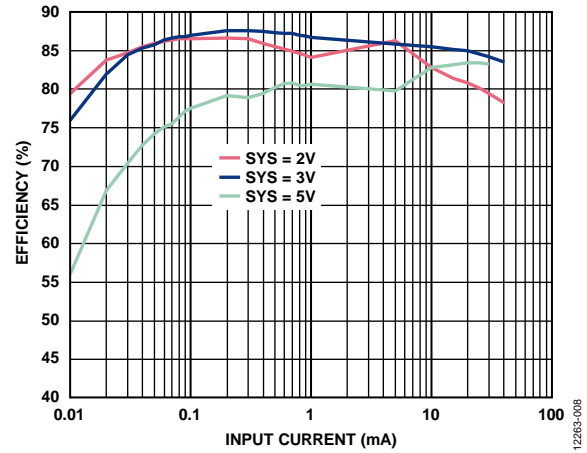


图8. 效率与输入电流的关系, $V_{IN} = 1 \text{ V}$

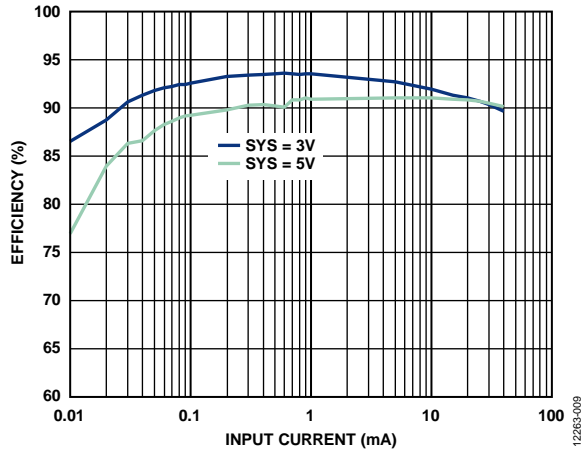


图9. 效率与输入电流的关系, $V_{IN} = 2V$

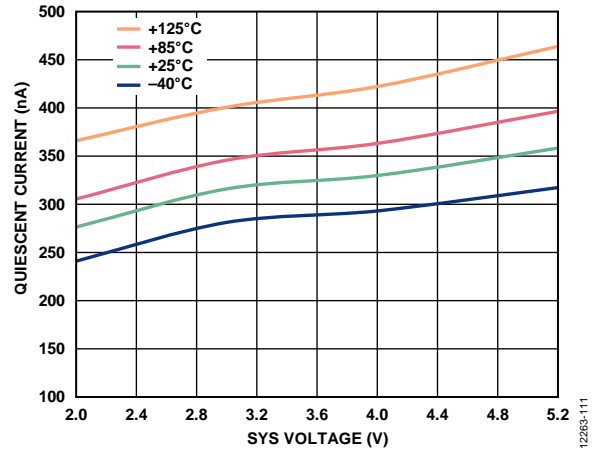


图12. 静态电流与SYS电压的关系

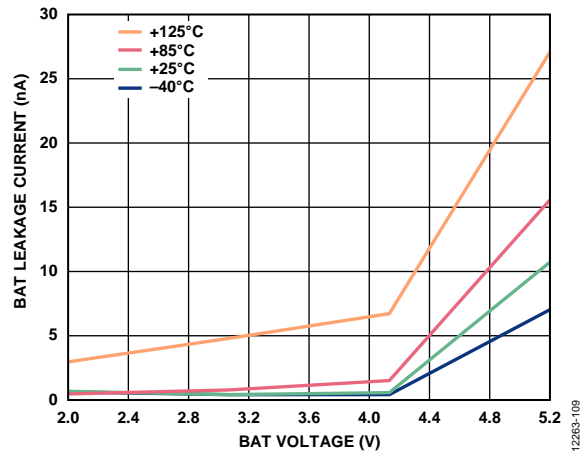


图10. BAT漏电流与BAT电压的关系

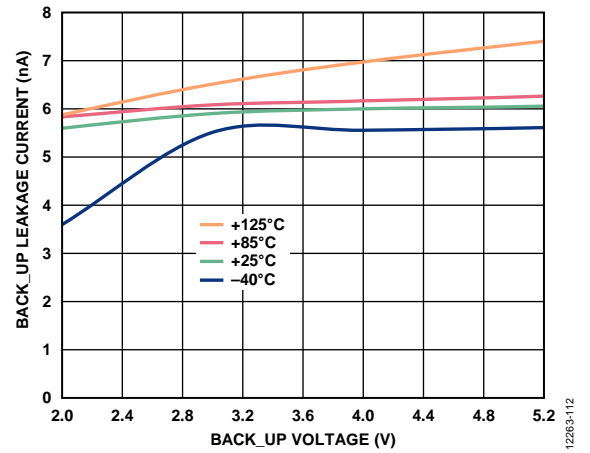


图13. BACK_UP漏电流与BACK_UP电压的关系

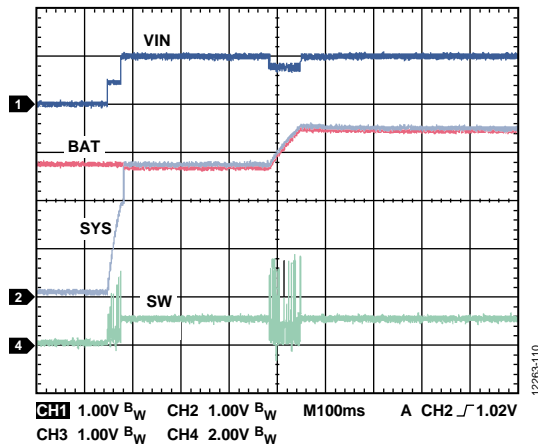


图11. 从100 μF 电池启动, $V_{BAT} > V_{BAT_SD}$

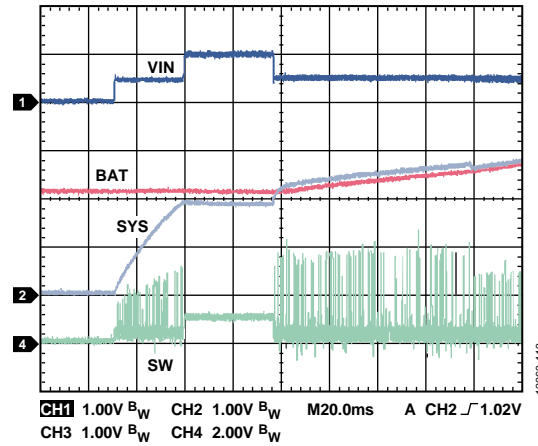


图14. 从100 μF 电池启动, $V_{BAT} < V_{BAT_SD}$

ADP5090

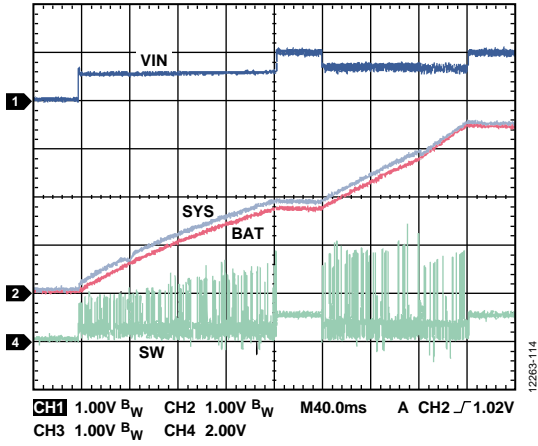


图15. 从100 μ F空电池启动

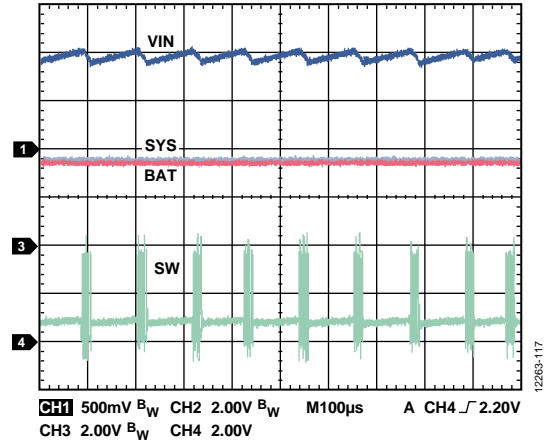


图18. 主升压PFM波形, 200 μ A负载

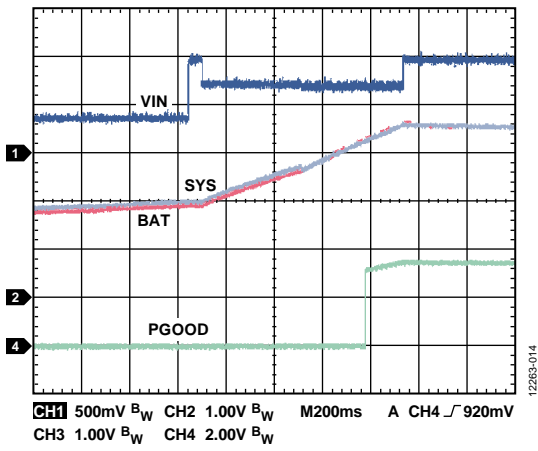


图16. PGOOD函数波形

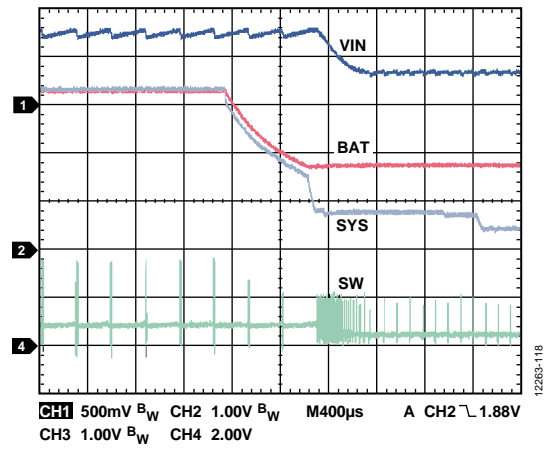


图19. 电池保护函数波形

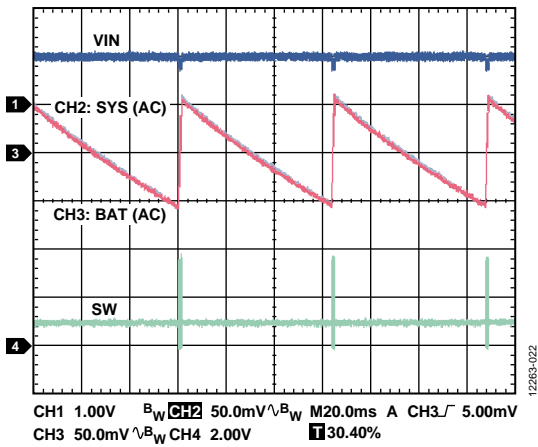


图17. TERM函数输出纹波, 100 μ A负载

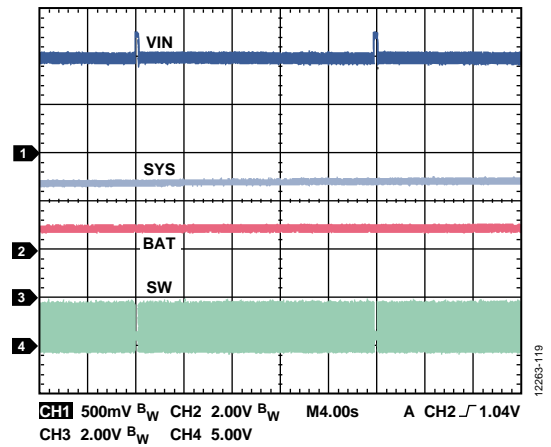


图20. MPPT采样周期波形

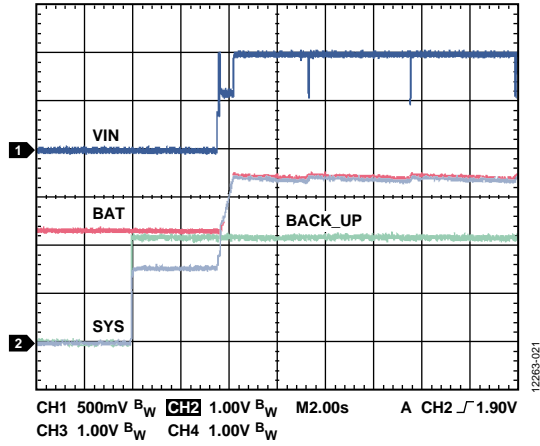


图21. 备用函数, $V_{BACK_UP} < V_{BAT}$

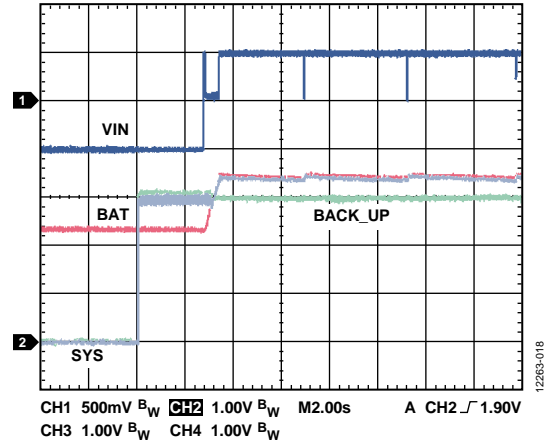


图23. 备用函数, $V_{BACK_UP} > V_{BAT}$

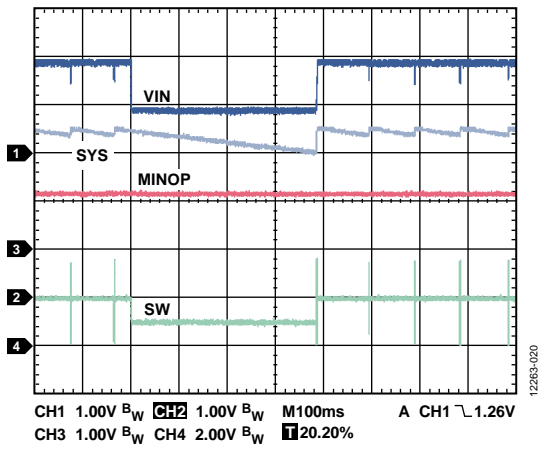


图22. MINOP函数波形

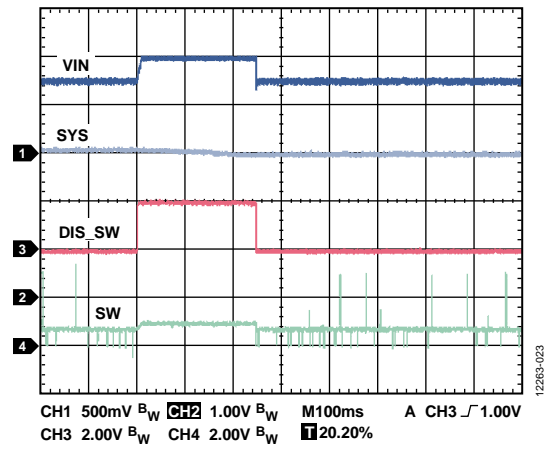


图24. DIS_SW函数波形

ADP5090

详细功能框图

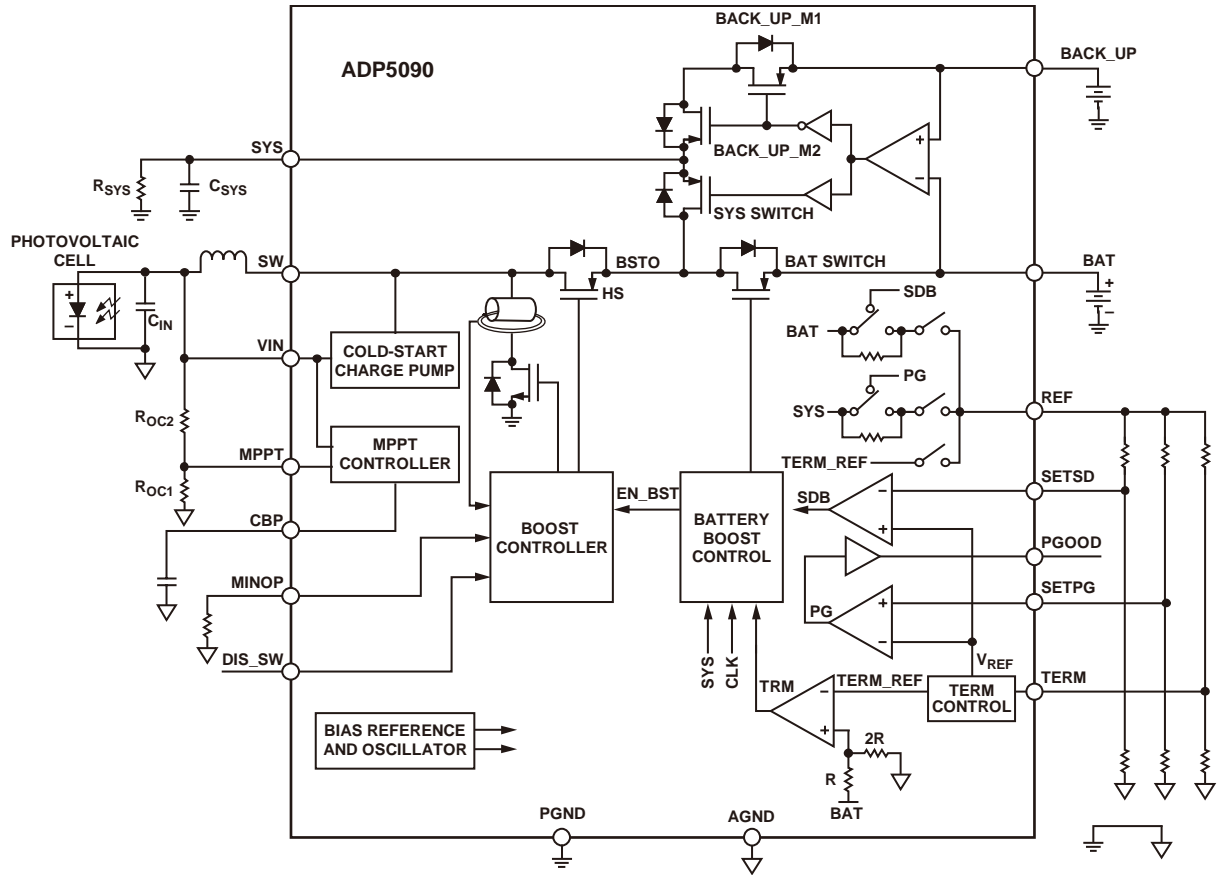


图25. 详细功能框图

122653-024

工作原理

ADP5090集成一个纳米电源升压调节器以及一个储能元件管理控制器。它能转换低压、高阻抗直流源的输出功率，比如PV电池、TEG和压电模块。器件将电能储存在带有储能保护的可充电电池或电容中，并向负载提供电源。它还能控制原电池到系统的一条额外电源路径。

ADP5090集成一个冷启动电路、一个内置MOSFET的同步升压控制器、一个内置开关的电荷控制器以及备用电源路径开关。外部信号可暂时停止升压操作，防止RF传输干扰。

冷启动($V_{SYS} < V_{SYS_TH}$, $V_{IN} > V_{IN_COLD}$)

当VIN引脚高于 V_{IN_COLD} ，并且SYS上的储能电压低于 V_{SYS_TH} 时，需使用冷启动电路；之后，升压调节器和储能控制器开始工作。电荷泵冷启动电路提取VIN引脚上的电能，然后对SYS引脚和BAT引脚充电，使它们上升到 V_{SYS_TH} 。能量采集器必须提供足够的电源才能完成冷启动(更多信息，请参见“能量采集解决方案”部分)。冷启动电路相比升压调节器具有较低的效率，可实现较短的启动时间，并创造一个可通过PGOOD信号使能的低关断电流系统负载。若要旁路冷启动，可在BACK_UP引脚上放置一个原电池(更多信息，请参见“备用储能路径”)。

升压调节器($V_{BAT_TERM} > V_{SYS} \geq V_{SYS_TH}$)

开关模式同步升压调节器在VIN和SW引脚之间连接一个外部电感，可工作在脉冲频率模式(PFM)下，将存储在输入电容中的电能传输至系统负载(SYS)和BAT引脚上的储能器。升压控制环路将VIN电压调节至CBP引脚电容所存储的MPPT引脚采样电平。电流检测电路通过内部扰动峰值限流功能控制电感电流，以便在宽输入电源范围内保持高频率。

当BAT引脚电压低于SETSD引脚上编程设置的电池放电保护阈值时，升压调节器关断SYS，同时BAT通过储能控制器以异步模式开关；当BAT引脚电压高于TERM引脚上编程设置的电池过充电阈值时，它便停止开关。当CBP引脚电压降低至MINOP引脚上的电阻设置的阈值以下，则升压调节器禁用。此外，开路电压采样电路周期性停止升压操作，可通过将DIS_SW引脚驱动至高电平暂时禁用。

VIN开路和MPPT

升压调节基准电压采用VIN引脚调节后的开路电压，调节比由MPPT引脚上的电阻分压器所编程设定。对此电压进行周期性采样，并存储在连接CBP引脚的电容内。该储能器使VIN电压持续工作在ADP5090输入端的能量采集器所提供的最大功率点电平上。基准电压通过周期性禁用升压调节器296 ms并对开路电压进行采样，实现每19 s刷新一次。基准电压通过下式设置：

$$V_{MPPT} = V_{IN} (Open\ Circuit) \left(\frac{R_{OC1}}{R_{OC1} + R_{OC2}} \right) \quad (1)$$

典型MPPT比值取决于采集器类型。例如，对于PV电池来说，它是0.8；对于TEG来说，它是0.5。可禁用MPPT，并悬空。将CBP引脚设为低于VIN电压的外部基准电压。如果输入源是理想电压源，则将MPPT和CBP引脚接地。

储能器电荷管理

储能器连接BAT引脚。储能器可以是可充电电池、超级电容，或者100 μ F及更大的电容。储能控制器管理充电和放电操作、监控SYS引脚电压，并在PGOOD信号高于SETPG引脚编程设置的阈值时将其置位。

当BAT引脚电压超过TERM引脚编程设置的充电保护阈值时，升压操作中断，防止电池过度充电。过充电保护阈值可编程范围为2.2 V至5.2 V。当BAT电压下降至SETSD引脚编程设置的放电保护阈值电平以下，则打开BAT引脚和SYS引脚之间的开关，以免受到电池深度放电的破坏以及升压到达异步模式。虽然SYS和BAT引脚上不存在限流，但建议将系统负载电流限制在800 mA以下。较大的系统负载电流会在SYS引脚和BAT引脚的可充电电池之间产生压降，因此需考虑SYS开关和BAT开关的电阻，以及可充电电池的内部电阻。

未连接输入源时，应在BAT引脚连接储能元件前对SYS引脚放电至地。热插拔已充电的储能元件后，应释放SYS引脚，因为低于 V_{SYS_TH} 的SYS电压会使BAT开关保持关断状态，以保护储能元件，直至SYS电压达到 V_{SYS_TH} 。这可以表示为储能模式，该模式下具有最低的漏电流(典型值为0.5 nA)，允许较长的储能周期，不会对BAT上的储能元件执行放电。

备用储能路径

ADP5090提供一条备用储能路径、一个集成式备用控制器以及BACK_UP引脚和SYS引脚之间的两个背靠背电源开关。当系统在采集与存储的能量周期性不足的条件工作时，可将备用储能元件连接至BACK_UP引脚。当SYS电压超过1.5 V(典型值)时，使能备用控制器。当BACK_UP引脚电压高于BAT引脚电压时，开启BACK_UP引脚与SYS引脚之间的内部电源开关。当BACK_UP引脚电压低于BAT引脚电压时，关断内部电源开关。BAT引脚的比较器输入失调电压(185 mV典型值)防止输入源和BAT引脚对BACK_UP引脚充电(见图28)。

此外，备用储能元件可以通过浪涌电流保护电路旁路冷启动。当系统电流超过内部限流(400 mA典型值)时，BACK_UP开关关断。表6说明电源路径的工作状态。对于长期储能模式，可移除备用储能元件，然后将SYS放电至地。

MINOP功能

当采集器产生的能量无法维持稳定工作状态时，MINOP功能可禁用升压调节器来防止对储能元件进行放电。MINOP功能禁用MPPT功能，从而实现最低静态电流(260 nA典型值)。当CBP引脚电压下降至MINOP引脚上的电阻所设定的阈值时，升压调节器停止开关操作。将MINOP连接至AGND可禁用此功能。MINOP典型偏置电流为2 μA。

禁用升压

对于噪声或EMI敏感应用，可以通过拉高DIS_SW引脚来临时停用升压开关，以防止干扰RF电路。当DIS_SW引脚被拉低时，升压开关即恢复工作。转换延迟低于1 μs(典型值)。

电池过充电保护

为防止过度充电甚至损坏可充电电池，电池端子电压(V_{BAT_TERM})必须通过外部电阻设置。图26显示等式2给出的 V_{BAT_TERM} 上升阈值电压。

$$V_{BAT_TERM} = \frac{3}{2} V_{REF} \left(1 + \frac{R_{TERM1}}{R_{TERM2}} \right) \quad (2)$$

考虑到静态功耗，电阻之和必须大于6 MΩ，即：

$$R_{TERM1} + R_{TERM2} \geq 6 \text{ M}\Omega$$

过压下降阈值由 $V_{BAT_TERM_HYS}$ 给出，其在内部设定为过压

阈值减去 $V_{BAT_TERM_HYS}$ 表示的内部迟滞电压。当电池电压超过 V_{BAT_TERM} 阈值，则禁用主升压调节器。当电池电压下降至 $V_{BAT_TERM_HYS}$ 电平以下，则再次启动主升压。超过输入能量后，VBAT引脚电压在 V_{BAT_TERM} 和 $V_{BAT_TERM_HYS}$ 电平之间波动。

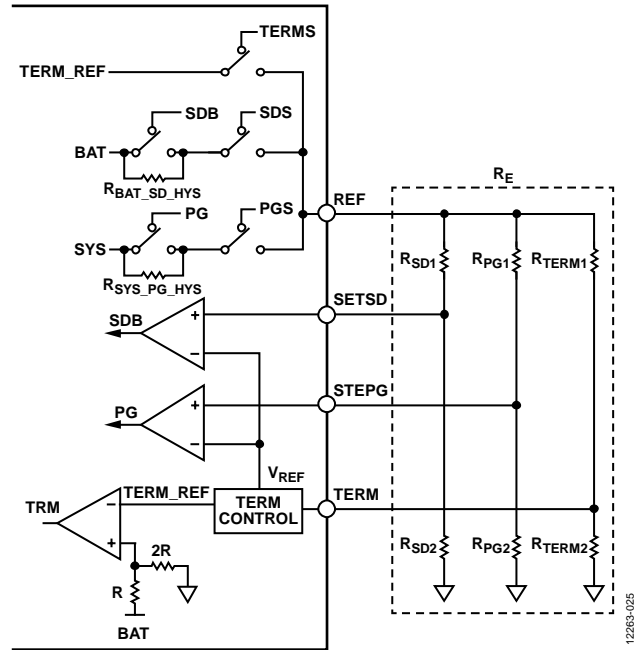


图26. ADP5090编程参数设置

电池放电保护

为防止深度放电甚至损坏可充电电池，电池放电关断电压(V_{BAT_SD})必须通过外部电阻设置。图26显示等式3给出的 V_{BAT_SD} 下降阈值电压。

$$V_{BAT_SD} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_{SD1}}{R_{SD2}} \right) \quad (3)$$

ADP5090集成内部电阻(典型值为 $R_{BAT_SD_HYS} = 103.5 \text{ k}\Omega$)，可根据等式4所示编程迟滞。

$$V_{BAT_SD_HYS} = V_{BAT_SD} \times \frac{R_{BAT_SD_HYS}}{R_E} \quad (4)$$

其中， $V_{BAT_SD_HYS}$ 包含用于编程迟滞的内部电阻。

考虑到静态功耗，构成电阻分压器的电阻($R_{BAT_SD_HYS}$ 、 R_{SD1} 和 R_{SD2})之和必须大于6 MΩ，即：

$$R_{BAT_SD_HYS} + R_{SD1} + R_{SD2} \geq 6 \text{ M}\Omega$$

三个外部配置电阻分压器的等效电阻 R_E 等效于三个电阻分压器的并联值。

电源良好(PGOOD)

ADP5090允许用户设置可编程PGOOD电压(V_{PGOOD})阈值, 该阈值表示SYS电压在可接受水平, 必须通过外部电阻设置。图26显示等式4给出的 V_{PGOOD} 下降阈值电压。

$$V_{SYS_PGOOD} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_{PG1}}{R_{PG2}} \right) \quad (4)$$

ADP5090集成内部电阻(典型值为 $R_{SYS_PG_HYS} = 103.5 \text{ k}\Omega$), 可根据等式5所示编程迟滞。

$$V_{SYS_PGOOD_HYS} = V_{SYS_PGOOD} \times \frac{R_{SYS_PG_HYS}}{R_E} \quad (5)$$

其中, $V_{SYS_PGOOD_HYS}$ 表示PGOOD迟滞电压。

建议三个外部配置电阻分压器的等效电阻 R_E 采用同样的三个电阻分压器组成, 以方便电阻选择。考虑到静态功耗, 构成电源良好电阻分压器的电阻($R_{SYS_PG_HYS}$ 、 R_{PG1} 和 R_{PG2})之和必须大于6 M Ω , 即:

$$R_{SYS_PG_HYS} + R_{PG1} + R_{PG2} \geq 6 \text{ M}\Omega \quad (6)$$

PGOOD上的逻辑高电平等于SYS电压, 逻辑低电平等于地电平。逻辑高电平内部串联值约为11.8 k Ω (典型值), 可限制可用电流。 V_{PGOOD} 阈值必须大于等于 V_{BAT_SD} 阈值。

为实现系统最佳操作, 可通过逆变器设置PGOOD, 将外部PFET驱动至SYS和系统负载之间, 从而确定何时连接或移除负载, 实现储能元件的最佳容量(见图32)。如果无法禁用系统负载, 就有必要完成冷启动。

表5所示为编程阈值电阻示例, 对应10 M Ω 电阻串时的各种电压。图27显示各种阈值电压状态。

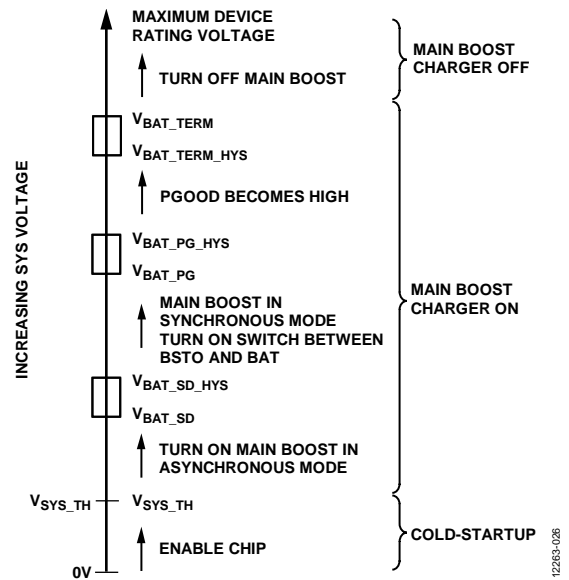


图27. 各种阈值电压状态

表5. 可编程阈值电阻

电压阈值(V)	SETSD电阻(M Ω)	SETPG电阻(M Ω)	TERM1电阻(M Ω)	TERM2电阻(M Ω)
2	3.92	6.04	N/A ¹	N/A ¹
2.1	4.22	5.76	N/A ¹	N/A ¹
2.2	4.53	5.49	1.74	8.25
2.3	4.75	5.23	2.1	7.87
2.4	4.99	5	2.43	7.5
2.5	5.11	4.87	2.74	7.32
2.6	5.36	4.64	3.01	6.98
2.7	5.49	4.53	3.3	6.65
2.8	5.62	4.32	3.48	6.49
2.9	5.76	4.22	3.74	6.2
3	5.9	4.02	3.92	6.04
3.1	6.04	3.9	4.12	5.9
3.2	6.2	3.74	4.32	5.62
3.3	6.34	3.65	4.53	5.49
3.4	6.49	3.57	4.64	5.36
3.5	6.49	3.48	4.87	5.23
3.6	6.65	3.4	4.99	5
3.7	6.8	3.3	5.1	4.87
3.8	6.81	3.2	5.23	4.75
3.9	6.98	3.09	5.36	4.64

ADP5090

电压阈值(V)	SETSD电阻(MΩ)	SETPG电阻(MΩ)	TERM1电阻(MΩ)	TERM2电阻(MΩ)
4	6.98	3.01	5.49	4.53
4.1	6.98	2.94	5.6	4.42
4.2	7.15	2.87	5.62	4.32
4.3	7.15	2.8	5.76	4.22
4.4	7.32	2.74	5.9	4.12
4.5	7.32	2.7	5.9	4.02
4.6	7.32	2.61	6.04	3.92
4.7	7.5	2.55	6.19	3.83
4.8	7.5	2.5	6.2	3.74
4.9	7.5	2.49	6.34	3.74
5	7.5	2.43	6.34	3.65
5.1	7.68	2.37	6.49	3.57
5.2	7.68	2.32	6.49	3.48

¹ N/A表示不适用。

表6. 电源路径工作状态

	电源调理	主升压	BAT开关	SYS开关	BACK_UP_M1	BACK_UP_M2
无备用电池	$V_{SYS} > V_{SYS_TH}, V_{BAT_SD} > V_{BAT}$ $V_{BAT_TERM} > V_{BAT} = V_{SYS} > V_{BAT_SD}$ $V_{SYS} > V_{SYS_TH}, V_{BAT} > V_{BAT_TERM}$	异步 同步 禁用	关 开 开	关 开 开	关 关 关	关 关 关
带备用电池	$V_{SYS} > V_{SYS_TH}, V_{BACK_UP} > V_{BAT} > V_{BAT_SD}$ $V_{SYS} > V_{SYS_TH}, V_{BACK_UP} > V_{BAT_SD} > V_{BAT}$ $1.5V < V_{SYS} < V_{SYS_TH}, V_{SYS} < V_{BACK_UP}$ $V_{SYS} < 1.5V$	同步 异步 禁用 禁用	开 关 关 关	关 关 关 关	开 开 开 关	开 开 开 关

电源路径工作流程

图28显示部署备用原电池后的电源开关结构。当BACK_UP电压高于BAT电压时，SYS开关可防止BACK_UP原电池对BAT引脚充电。同时，BAT失调电压可避免输入源对BACK_UP原电池充电。表6显示电源路径的工作状态。

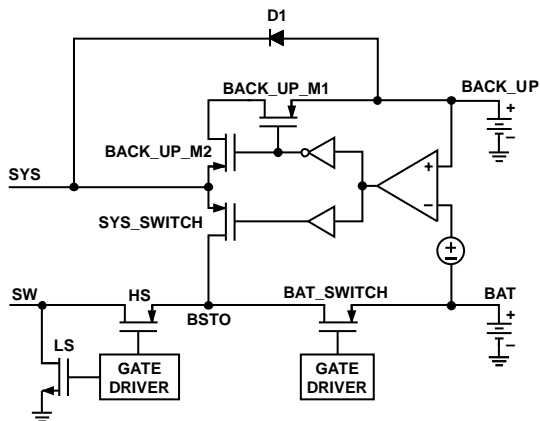


图28. 电源开关结构

电流限制和短路保护

ADP5090的升压调节器内置限流保护电路，可限制流过低端升压开关的正电流。它是一种逐周期三级峰值限流保护，第三级为100 mA(典型值)。

虽然SYS和BAT引脚上不存在限流，但建议将系统负载电流限制在800 mA以下。SYS开关和BAT开关的总电阻(1.03 Ω典型值)会在系统负载从BAT吸取大电流时产生压降。有必要考虑连接BAT引脚的储能元件内部电阻。

BACK_UP电源路径限流为400 mA(典型值)，保护原电池的大吸电流。当来自BACK_UP引脚的电流高于此限流，BACK_UP开关关断。

热关断

当ADP5090结温高于125°C时，热关断(TSD)电路就会关断BAT引脚和SYS引脚之间的开关，防止高环境温度下储能元件受损。升压操作也会终止。ADP5090具有15°C迟滞，可在片内温度下降至110°C以下时允许器件返回工作状态。退出TSD后，升压调节器和储能控制器的功能恢复。

应用信息

ADP5090提取VIN引脚能量，为SYS和BAT引脚充电。这由三个阶段组成：冷启动、异步升压和同步升压。本节描述选择外部元件以维持能量传输系统的步骤，并将布局与装配纳入了考虑范围。

能量采集器选择

能量采集器输入源必须提供一个最低功率水平，以便执行冷启动、异步升压和同步升压。完成冷启动所需的最低输入功率可通过下式进行估算：

$$V_{IN} \times I_{IN} \times \eta_{COLD} > V_{SYS_TH} \times (I_{STR_LEAK} + I_{SYS_LOAD})$$

其中：

V_{IN} 箝位至 $V_{IN_COLD} = 380$ mV(典型值)，表示冷启动的真实输入功率。

I_{IN} 是输入电流。

η_{COLD} 是冷启动效率，约为5%至7%。

V_{SYS_TH} 是当前偏置电压，表示最差情况的估计值。

I_{STR_LEAK} 是BAT引脚上的储能元件漏电流。

I_{SYS_LOAD} 是SYS引脚上的系统负载电流。最大程度降低系统负载可加速冷启动。建议编程PGOOD阈值，使能系统负载电流。

ADP5090完成冷启动后，MPPT功能使能。为了满足系统平均负载电流要求，输入源必须为升压调节器提供足够的电源以便系统在低功耗或休眠模式下为储能元件完全充电。系统需要的功率可根据下式估算：

$$V_{IN} \times I_{IN} \times \eta_{BOOST} > V_{BAT_TERM} \times (I_{STR_LEAK} + I_{SYS_LOAD})$$

其中：

V_{IN} 是CBP引脚调节电压(MPPT比率 \times OCV)。

I_{IN} 是输入电流。

η_{BOOST} 是升压调节器效率。更多信息请参见“典型性能参数”部分的图例。

V_{BAT_TERM} 是当前偏置电压，表示最差情况的估计值。

I_{STR_LEAK} 是BAT引脚上的储能元件漏电流。

I_{SYS_LOAD} 是SYS引脚上的系统平均负载电流。

储能元件选择

为保护储能元件免受过度充电或过度放电的影响，储能元件必须连接BAT引脚，且系统负载必须连接SYS引脚。

ADP5090支持多种类型的储能元件，比如可充电电池、超级电容和传统电容。若要过滤PFM开关转换器的脉冲电流，需使用等效电容为100 μ F的储能元件。当输入源不再产生电能时，储能元件的容量必须能为整个系统负载提供电能。

如果存在高脉冲电流，或者储能元件具有足够的阻抗，则有必要在4.7 μ F最小值的基础上增加SYS电容，或者向BAT引脚加入额外电容，防止SYS电压下降。注意，增加SYS电容会延长升压调节器启动期间工作在效率较低的冷启动阶段的时间。如果应用不接受较长的冷启动时间，可以将额外电容与储能元件并联连接。更多信息请参见“电容选择”部分。

电感选择

升压调节器需使用适当的电感才能正常工作。电感饱和电流必须比预期峰值电感电流高30%以上，还需采用低串联电阻(DCR)来保持高效率。升压调节器内部控制电路针对最优效率设计，可控制开关特性，标称电感为22 μ H \pm 20%。表7列出了部分推荐电感。

表7. 推荐电感

供应商	器件型号	L (μ H)	ISAT (A)	IRMS (A)	DCR (m Ω)
Würth Elektronik	74437324220	22	2	1	470
	744042220	22	0.6	0.88	255
Coilcraft	LPS4018-223M	22	0.8	0.65	360

电容选择

对于漏电流敏感型超低功耗应用，需使用低泄露电容。电容的任何泄露都会降低效率、增加静态电流并降低MPPT有效性。

输入电容

连接VIN引脚和PGND引脚的电容 C_{IN} 存储来自输入源的电能。对于能量采集器而言，源阻抗主要由电容特性决定。根据能量采集器的输出电容值来调节输入电容；建议最小值为4.7 μ F。

对于将原电池作为输入源的应用，采用更大的电容有助于降低输入电压纹波，保持源电流的稳定，从而延长电池寿命。

SYS电容

ADP5090要求在SYS引脚和PGND引脚之间连接两个电容。将至少为4.7 μ F的低ESR陶瓷电容与0.1 μ F高频旁路电容并联连接。在SYS和PGND之间连接一个旁路电容，并尽可能靠近放置。

ADP5090

CBP电容

MPPT引脚的工作情况取决于OCV的采样值。VIN引脚调节至存储在CBP电容中的电压。此电容对泄露敏感，因为保持周期为19 s。由于泄露导致电容电压下降，VIN调节电压也会下降，影响MPPT有效性。当IC结温超过85°C时，CBP引脚的漏电流会显著提高，因此，较大的电容值有助于提升MPPT有效性。建议将MPPT电阻和CBP电容(最高220 nF)的RC时间常数保持与图29中的典型应用电路一致。考虑MPPT电阻分压器以及CBP电容的时间常数，建议采用X7R或C0G 10 nF低泄漏陶瓷电容。

布局和装配考虑因素

在开关电源设计中仔细考虑印刷电路板(PCB)的布局，尤其是高峰值电流和高开关频率。因此，建议主电源路径和电源接地路径采用短而宽的走线。尽量靠近IC放置输入电容、输出电容、电感和储能元件。对于升压调节器来说，从输出到地的电源路径最短具有重要意义。因此，在SYS

PGND引脚之间放置输出电容，并尽可能靠近放置。保持输入电容至电感(VIN引脚与PGND引脚之间源路径最短。在VIN引脚和PGND引脚之间放置输入电容，并尽可能靠近放置；尽可能靠近VIN引脚和SW引脚放置电感。最好使用过孔和底部走线，将电感与相应的引脚相连。为了最大程度降低高阻抗阈值设置节点(REFSETSD和SETPG)所产生的拾取噪声，可通过短走线将外部电阻靠近IC放置。

电容必须保持MPPT电压19 s，因为任何泄露都可能降低有效性。电路板装配和清洁期间，焊剂和残渣等污染物可能会形成接地的寄生电阻，尤其是在具有快速气流的潮湿环境下。这可能会大幅降低电压调节，改变外部电阻设置的阈值电平。因此，建议在CBP电容或阈值设置电阻附近不要放置接地层。此外，必须仔细清洁电路板。如果可能的话，应当使用去离子水来清洁CBP电容和阈值设置电阻上的离子污染。

典型应用电路

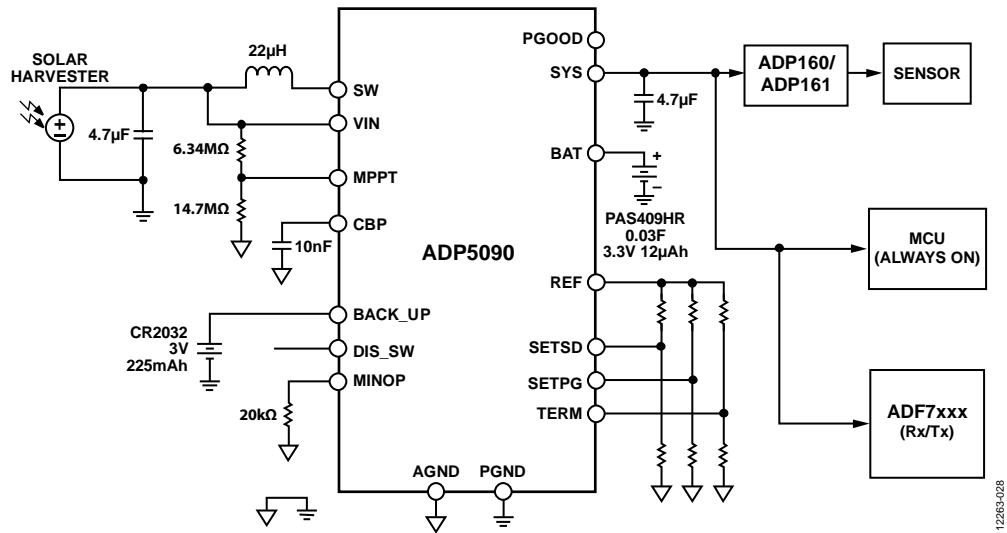


图29. 基于ADP5090的能量采集无线传感器应用, 采用PV电池作为能量采集来源(Trony 0.7 V、60 μ A, Alta Devices 0.72 V、42 μ A, Gcell 1.1 V、100 μ A), Shoei Electronics多并苯组扣电容PAS409HR作为采集储能器, Panasonic锂离子纽扣原电池CR2032作为备用电池

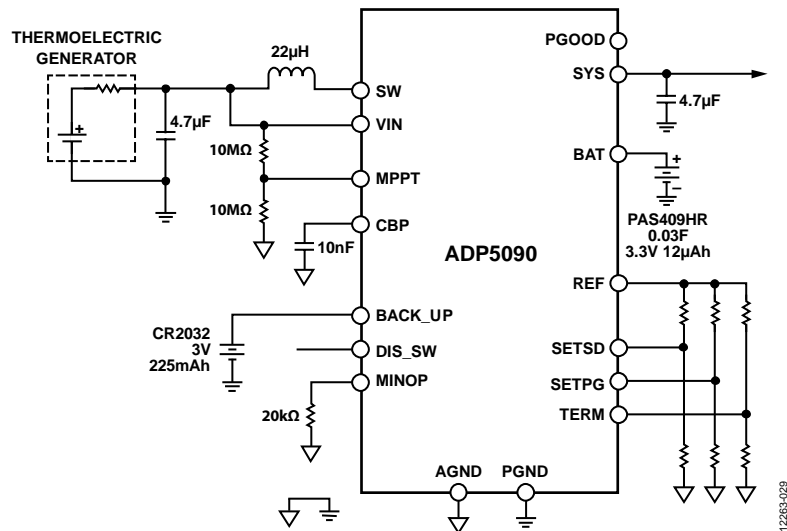


图30. 基于ADP5090的能量采集器电路采用热电发生器作为能量采集来源, Shoei Electronics多并苯组扣电容PAS409HR作为采集储能器, 以及Panasonic锂离子纽扣原电池CR2032作为备用电池

ADP5090

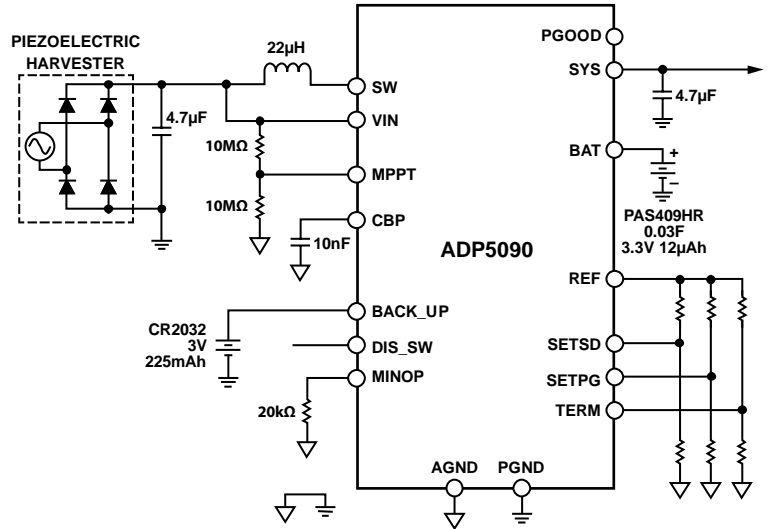


图31. 基于ADP5090的能量采集器电路采用压电发生器作为能量采集来源, Shoel Electronics多并苯组扣电容PAS409HR作为采集储能器, 以及Panasonic锂离子纽扣原电池CR2032作为备用电池

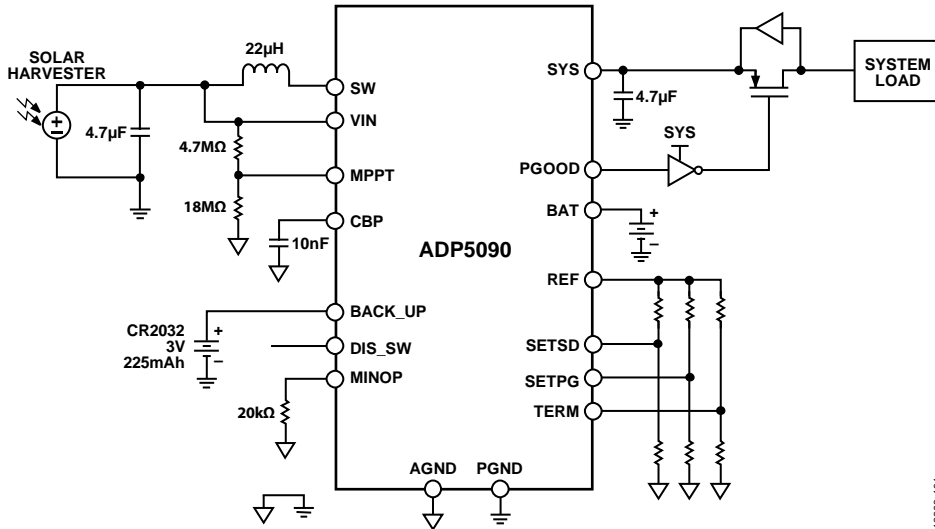


图32. ADP5090 PGOOD功能决定使能系统负载的时间

外形尺寸

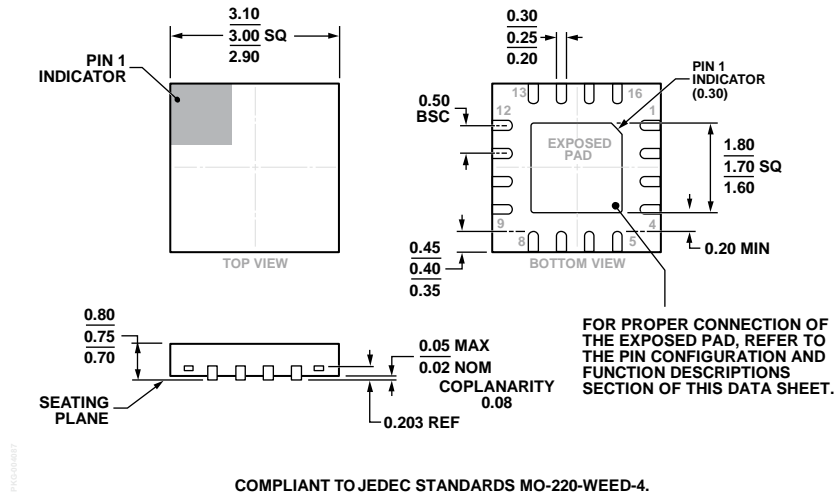


图33. 16引脚LFCSP_WQ 3 mm × 3 mm, 超薄体
(CP-16-33)

图示尺寸单位: mm

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项	标识
ADP5090ACPZ-1-R7	-40°C至+125°C	16引脚引线框芯片级封装[LFCSP_WQ]	CP-16-33	LPN
ADP5090-1-EVALZ		评估板		
ADP5090-2-EVALZ		集成太阳能采集器的评估板		

¹Z = 符合RoHS标准的器件。