

EVM User's Guide: BQ25960HEVM

BQ25960H 评估模块



说明

BQ25960 评估模块 (EVM) 是一款功能全面的充电器模块，用于评估采用 WCSP 封装的高度集成式 BQ25960 开关电容电池充电器，适用于各种智能手机和平板电脑中的单节锂离子和锂聚合物电池。BQ25960HEVM 的额定最大输入电流为 5.75A，最大充电电流为 8A。

BQ25960HEVM 是一款完整且快速的充电设计。典型用例供 BQ25611D 降压充电器 (U4) 进行预充电和充电终止，其中一个或两个 BQ25960H 开关电容充电器 (U1 和 U2) 进行快速充电，从而尽可能提高效率。

开始使用

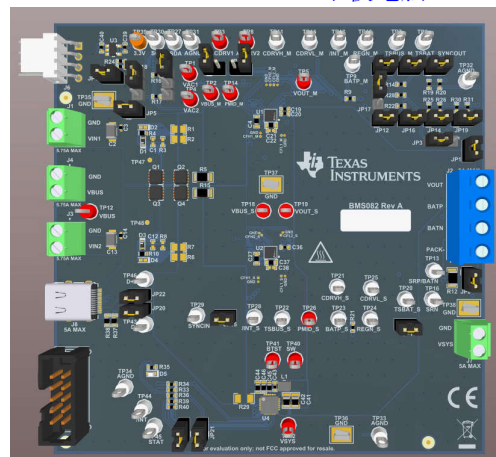
1. 在 ti.com 上订购 [EVM](#)
2. 订购 [EV2400](#) 以用于与 EVM 通信
3. 从 ti.com 下载 [BQSTUDIO](#) 和 BQ25960H BQZ 文件

特性

- 峰值效率达 98.1% 的开关电容并联充电器支持高达 8A 快速充电
- 两相开关电容架构经优化可实现超高效率
 - 输入电压是电池电压的 2 倍
 - 输出电流是输入电流的 2 倍
 - 减少输入电缆的功率损耗
- 用于系统配置和状态报告的 I2C 通信
- 支持高达 12.75V 的工作输入电压，使用外部 ACFET 时支持 40V 的绝对最大值，不使用外部 ACFET 时支持 20V 的绝对最大值
- 用于在快速充电和 USB On-The-Go (OTG)/反向模式期间选择输入源的双输入电源多路复用控制器
- 为外部 OVP GaN FET 或 N-FET 提供栅极驱动信号
- 可实现安全运行的各种集成式可编程保护功能
- 用于系统优化的可编程设置
 - 中断和中断屏蔽
 - 用于主机控制的警报功能
 - 用于电压、电流和温度监控的 16 位 ADC

应用

- [智能手机](#)
- [平板电脑](#)



BQ25960HEVM 硬件板

1 评估模块概述


1.1 引言

本用户指南将介绍 BQ25960H 评估模块 (EVM) 的特性、操作和功能，该模块是 BQ25960H IC 的全面评估系统。BQ25960H 是一款采用 WCSP 封装的 8A 开关电容器电池充电器，适用于 1 节锂离子电池和锂聚合物电池。

本用户指南介绍了运行 EVM 所需的设备、测试设置和软件。本文档中还包含了完整的原理图、印刷电路板 (PCB) 布局布线 and 物料清单 (BOM)。在本用户指南中，缩写词和术语 *EVM*、*BQ25960HEVM*、*BMS082* 和 *评估模块* 与 BQ25960 EVM 具有相同的含义。

用户可以根据下一节中描述的跳线设置为单路 BQ25960H 运行或双路 BQ25960H 运行配置 EVM。在单路 BQ25960H 运行中，只有 U1 对电池充电。在双路 BQ25960H 运行中，U1 作为主要充电器，U2 作为辅助充电器。

此 EVM 不包含 EV2400 接口板。如需评估 EVM，必须单独订购 EV2400 接口板。

	<p>警告</p> <p>表面高温！接触会导致烫伤。请勿触摸！</p> <p>电路板上电后，某些元件可能会达到 55°C 以上的高温。由于存在高温，在使用过程中或使用刚结束时，用户不得触摸电路板。</p>
---	---

1.2 套件内容

此 EVM 套件包括一个 BQ25960H EVM。

1.3 规格

表 1-1 列出了该 EVM 的建议运行条件。

表 1-1. 建议运行条件

	说明	最小值	最大值	单位
VIN1、VIN2、VBUS	J1、J3 和 J4 的输入电压	0	13	V
I _{VIN1} 、I _{VIN2} 、I _{VBUS}	流入 J1、J3 和 J4 的输入电流		5	A
VOUT	J2 的电池电压	0	5	V
I _{VOUT}	流出 J2 的电池充电电流		8	A
T _A	自然通风条件下运行时的温度范围	- 40	85	°C

1.4 器件信息

BQ25960HEVM 是 BQ25960H IC 的一个评估系统。BQ25960H 是一款峰值效率为 98.1% 的 8A 电池充电设计，采用开关电容架构，适用于 1 节锂离子电池。开关电容架构允许输入电缆电流为充电电流的一半，从而减少电缆功率损耗并限制温度上升。

当与 BQ2561x 或 BQ2562x 等主充电器一起使用时，系统可在恒定电流 (CC) 和恒定电压 (CV) 模式下，以低功耗实现从涓流充电到充电终止的完整充电周期。

该器件通过用于外部 N-FET 或 GaN FET 的集成多路复用器控制和栅极驱动器支持双输入配置，并且还允许在没有外部 FET 或单个 FET 的情况下进行单输入。

BQ25960H 器件数据表 (SLUSF77) 提供了详细特性和操作。

表 2-1. EVM 连接

插孔		说明
J1	VIN1	优先级输入适配器或电源的正电源轨
	GND	接地
J2	VOOUT	充电器电池输入端的正电源轨
	BATP	连接到电池正极端子以实现电池电压远程检测的输入端
	BATN	连接到电池负极端子以实现电池电压远程检测的输入端
	PACK-	充电器电池输入端的负电源轨
J3	VIN2	二级输入适配器或电源的正电源轨
	GND	接地
J4	VBUS	连接充电器 IC 的 VBUS 输入端的正电源轨
	GND	接地
J5	通信端口	适用于 USB2ANY 接口适配器的 I ² C 通信端口
J6	通信端口	适用于 EV2400 接口板的 I ² C 通信端口
J7	VSYS	BQ25611D 充电器的系统输出电压的正电源轨
	GND	接地
J8	USB-C 连接器	为 VIN2 供电，具有用于输入源检测的 D+/D- 线路

下面的表 2-2 列出了此 EVM 可用的跳线连接。

表 2-2. EVM 跳线设置

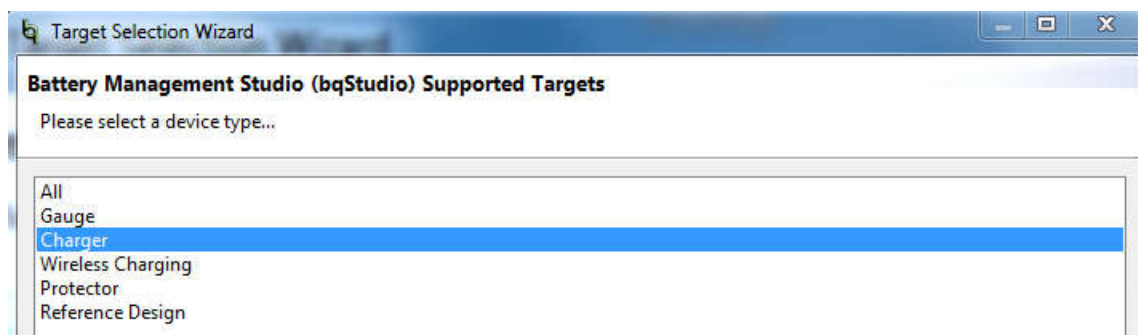
跳线	说明	单路 BQ25960H 设置	双路 BQ25960H 设置
JP1	BATP 至 VOUT 连接。	已安装	已安装
JP2	ACDRV1 至 GND 连接。如果直接通过 VBUS 供电，或者 ACFET1/RBFET1 已移除，请连接此跳线。	未安装	未安装
JP3	U1 TSBAT 或 SYNCOUT 连接。如果在主要/次要模式下运行，请连接至 SYNCOUT。	安装在左侧引脚和中间引脚之间 (连接到 TSBAT)	安装在中间引脚和右侧引脚之间 (连接到 SYNCOUT)
JP4	ACDRV2 至 GND 连接。如果 ACFET2/RBFET2 已移除，请连接此跳线。	未安装	未安装
JP5	U1/INT 引脚连接到 1.2V 上拉电源轨。	已安装	已安装
JP6	U1 REGN 引脚连接到 U1 TSBUS 电阻网络。	已安装	已安装
JP7	针对 U1 TSBUS 电阻网络连接不同的电阻器。	已安装	已安装
JP8	U2 I ² C 地址和模式选择。	已安装	已安装
JP9	U1 I ² C 地址和模式选择。	未安装	安装在顶侧引脚和中间引脚之间 (连接到 R16)
JP10	U1 TSBUS 引脚连接到 U1 TSBUS 电阻网络。	已安装	已安装
JP11	U2 TSBAT 连接到 TSBAT 电阻网络。	已安装	已安装
JP12	U2 REGN 引脚连接到 U2 TSBUS 电阻网络。	已安装	已安装
JP13	SDA 和 SCL 连接到 1.2V I ² C 上拉电源轨。	已安装	已安装
JP14	针对 U2 TSBUS 电阻网络连接不同的电阻器。	已安装	已安装
JP15	U2 /INT 引脚连接到 1.2V 上拉电源轨。	已安装	已安装
JP16	U2 TSBUS 引脚连接到 U2 TSBUS 电阻网络。	已安装	已安装
JP17	从 TSBAT 电阻网络连接到 U1 REGN 引脚或 U2 REGN 引脚。	安装在顶部引脚和中间引脚之间 (连接到 REGN_M)	安装在顶部引脚和中间引脚之间 (连接到 REGN_M)
JP18	1.2V LDO 的输入选择	安装在顶部引脚和中间引脚之间 (连接到 VOUT)	安装在顶部引脚和中间引脚之间 (连接到 VOUT)
JP19	针对 TSBAT 电阻网络连接不同的电阻器。	已安装	已安装
JP20	USB-C 连接器的 D- 连接。	已安装	已安装
JP21	U4 的充电启用连接。	已安装	已安装
JP22	USB-C 连接器的 D+ 连接。	已安装	已安装
JP23	U4 热敏电阻正常温度设置。安装此跳线，对进入正常温度区域进行仿真。	已安装	已安装

BQ25960HEVM 开箱即用，仅用于评估 BQ25960H 的性能。如果还必须评估 BQ25611D，那么用户需要组装 R29 和 R32，如图 5-3 中的原理图所示。

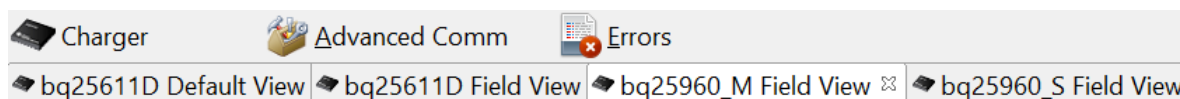
3 软件

3.1 软件设置

下载 [BQStudio](#) 的最新版本。双击 **Battery Management Studio** 安装文件并执行安装步骤。该软件支持 Microsoft® Windows® XP、7 和 10 操作系统。启动 BQStudio 并选择 **Charger**，如下图所示。



然后，选择 BQ25960H 配置文件，BQStudio 随即打开。如果只评估 BQ25960H，那么用户可以选择更加简化的“Charger_2_00-bq25960H.bqz”文件。如果必须同时对 BQ25960H 和 BQ25611D 进行评估，那么用户可以选择“Charger_2_00-bq25960H_EVM.bqz”文件，该文件中包含独立选项卡，可与 U1、U2 和 U4 通信，如下图所示。



如果您没有 BQ25960H 配置文件，可以通过 [E2E](#) 请求这些文件。必须将 .bqz 配置文件保存到 C:\XXX\BatteryManagementStudio\config 中，其中 XXX 是用户安装 BQStudio 时所选的目录。

4 实现结果

4.1 测试步骤

4.1.1 初始设置

执行以下步骤来启用 EVM 测试设置。

1. 确保已经执行节 2.2 和节 3.1 中的步骤。
2. 开启 PS1 和负载 #1 :
 - 测量 → $V_{VAC1-GND}$ (TP1 和 TP37) = $8.3 \pm 0.2V$
 - 测量 → V_{VBUS_M-GND} (TP2 和 TP37) = $0 \pm 0.5V$
 - 测量 → V_{VOUT_M-GND} (TP5 和 TP37) = $4 \pm 0.2V$

4.1.2 通信验证

执行以下步骤进行 I²C 通信验证。假设已完成了表 2-2 中的跳线设置，那么 U1 的 I²C 地址为 0x65，U2 的 I²C 地址为 0x67。如果组装了 R29 和 R32，那么 U4 的 I²C 地址为 0x6B。

1. 在 BQStudio 中，点击 *Field View*，然后选择 U1 的 I²C 地址 (0x65)。
2. 点击页面顶部的 *Read Register*。此时右上角将显示 *Device ACK OK*。
3. 确认 VAC1 和 VOUT 是否报告为 *Present*。

Status			
VBUS Present Status	Not present	VOUT Present Status	Present
VAC1 Present Status	Present	VAC2 Present Status	Not present

4. 更改以下寄存器设置：

- 禁用看门狗定时器

☒ Disable Watchdog Timer

- 将 VAC1 OVP 设置为 10.5V 或更高值

VAC1 OVP Setting 10.5 V

5. 再次点击 *Read Register*。除了 VAC1 和 VOUT 之外，VBUS 也报告为 *Present*。

Status			
VBUS Present Status	Present	VOUT Present Status	Present
VAC1 Present Status	Present	VAC2 Present Status	Not present

- 测量 → V_{VBUS_M-GND} (TP2 和 TP37) = $8.3 \pm 0.2V$

4.1.3 开关电容模式充电验证

执行以下步骤，在开关电容模式下验证电池充电。

1. 确保已经执行节 4.1.1 和节 4.1.2 中的步骤。
2. 选中 “CHG_CONFIG_1” 复选框，然后点击 *Enable Charge*。启用充电后，流入负载 1 的输出电流约等于流出 PS1 的输入电流的 2 倍。

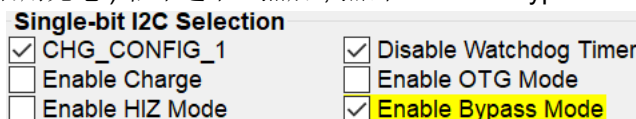
Single-bit I2C Selection	
<input checked="" type="checkbox"/> CHG_CONFIG_1	<input checked="" type="checkbox"/> Disable Watchdog Timer
<input checked="" type="checkbox"/> Enable Charge	<input type="checkbox"/> Enable OTG Mode

3. 更改充电电流：
增加输入电压，输出电流会与输入电流一同增大。输出电流始终约等于输入电流的 2 倍。
4. 要停止充电，请取消选择 *Enable Charge* 复选框。输入电流和输出电流均降至零。

4.1.4 旁路模式充电验证

执行以下步骤，在旁路模式下验证电池充电。

1. 确保已经执行节 4.1.1 和节 4.1.2 中的步骤。
2. 将 PS1 设置为 4.1V。可以将负载 #1 的电压保持在 4.0V。
3. 确保“Enable Charge”（启用充电）框未选中。然后，点击“Enable Bypass Mode”（启用旁路模式）。



4. 点击 **Enable Charge**。启用充电后，流入负载 #1 的输出电流约等于流出 PS1 的输入电流。
5. 更改充电电流：
增加输入电压，输出电流会与输入电流一同增大。输出电流始终约等于输入电流。
6. 要停止充电，请取消选择 **Enable Charge** 复选框。输入电流和输出电流均降至零。

4.1.5 BQ25960H 双路运行

BQ25960H EVM 还支持 BQ25960H 双路运行，U1 作为主要充电器，U2 作为辅助充电器。与在相同总充电电流下工作的单个 BQ25960H 相比，这使双路中的每个 BQ25960H 都能在更低的充电电流和更高的效率下工作。在此提醒，如果已完成了表 2-2 中的跳线设置，那么 U1 的 I²C 地址为 0x65，U2 的 I²C 地址为 0x67。请注意，BQ25960H 单路和双路运行时的 JP3 和 JP9 跳线设置有所不同。

1. 对于 U1，执行前面的步骤，以便以开关电容器模式或旁路模式启用充电。U1 开始充电。
2. 选择 I²C 地址 0x67 以便与 U2 通信。
3. 按相同的步骤为 U2 启用充电。现在，两个 BQ25960H 器件同时在充电。

4.1.6 BQ25611D 充电验证

BQ25960HEVM 开箱即用，仅用于评估 BQ25960H 的性能。如果还必须评估 BQ25611D，那么用户需要组装 R29 和 R32，如图 5-3 中的原理图所示。

BQ25611D 降压充电器 (U4) 的一个典型用例是进行低电流预充电和充电终止，而一个或两个 BQ25960H 开关电容充电器 (U1 和 U2) 可进行高电流快速充电，从而更大程度提高效率。

执行以下步骤，使用 BQ25611D 进行充电。U4 的 I²C 地址为 0x6B。

1. 关闭 PS1 和负载 #1。进行所需的硬件更改，如组装 R29 和 R32 并配置跳线。
2. 将负载 #1 的输出电压降至 2.5V。此电压足够低，BQ25611D 可进行预充电。
3. 开启 PS1 和负载 #1。BQ25611D 会自动开始施加默认的 0.18A 预充电电流。充电状态寄存器将指示此状态。

Charge Status **Pre-Charge/Trick**

4. 将负载 #1 的输出增至 $V_{BATLOWV}$ 以上（典型值为 3.12V）。BQ25611D 将开始施加默认的 1.02A 快速充电电流。充电状态寄存器将指示此状态。

Charge Status **Fast Charging**

5 硬件设计文件

下一节介绍 BQ25960HEVM 的硬件设计文件。本节介绍原理图、PCB 布局布线和物料清单 (BOM)。

5.1 原理图

图 5-1 至图 5-3 说明了 BQ25960HEVM 的原理图。

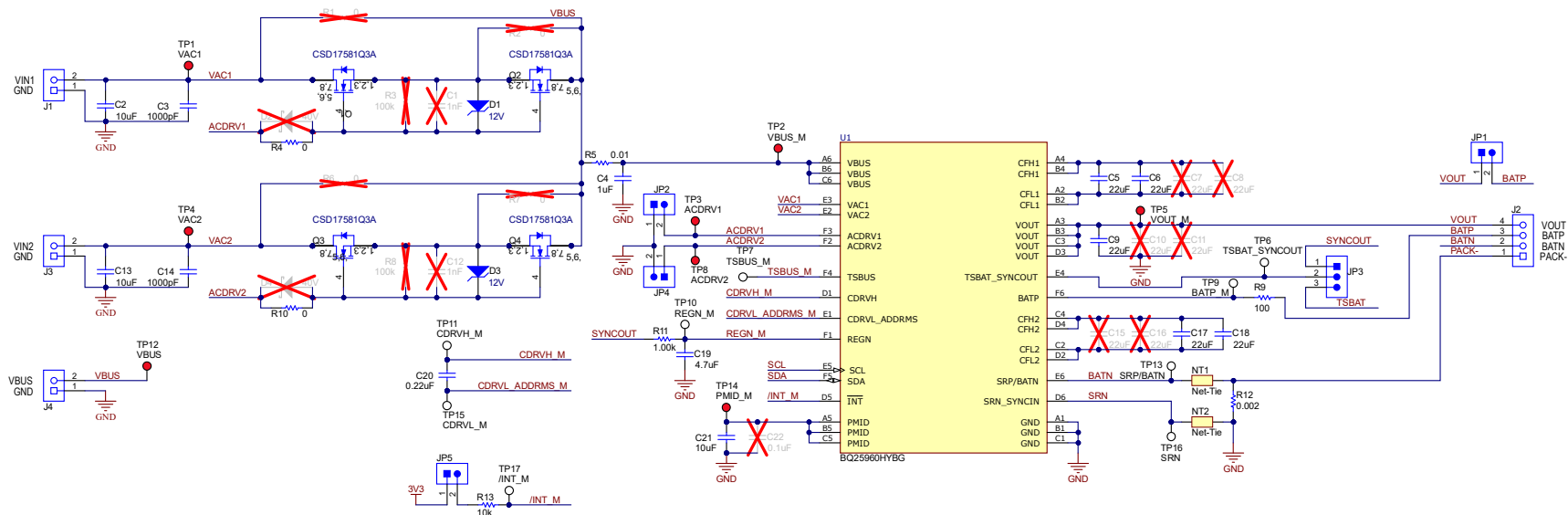


图 5-1. BQ25960HEVM 原理图 (第 1 页)

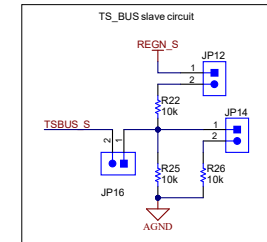
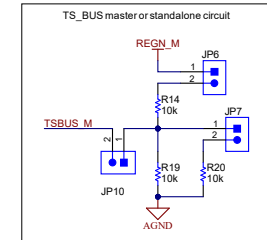
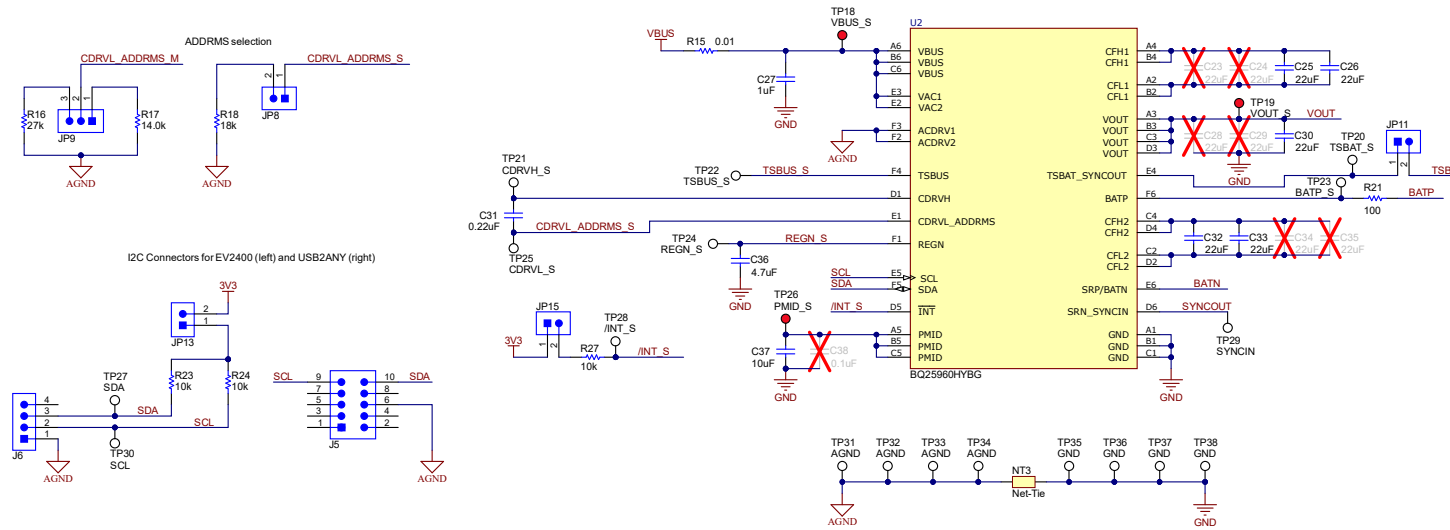


图 5-2. BQ25960HEVM 原理图 (第 2 页)

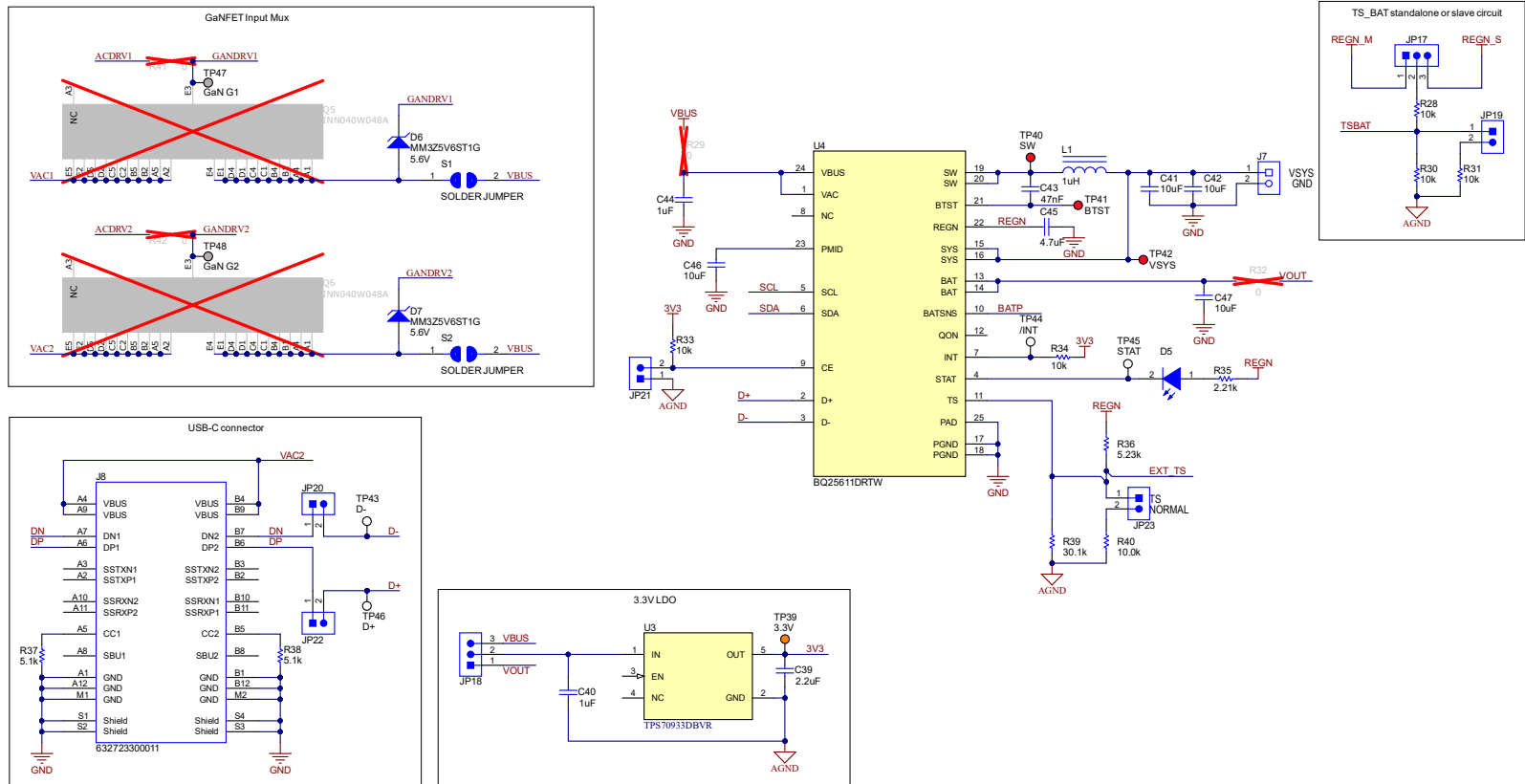


图 5-3. BQ25960HEVM 原理图 (第 3 页)

5.2 PCB 布局指南

PCB 布局非常重要，可最大限度地提高整个系统的电气性能和热性能。虽然我们提供了通用指南，但还需要考虑外形尺寸、电路板堆叠和其他元件的接近程度，从而最大限度地提高性能。

1. VBUS 和 VOUT 的覆铜需要尽可能短而宽，以适应高电流。
2. VBUS 和 VOUT 覆铜的直线至少达到 150mil (3.81mm) (垂直于 WCSP 焊球阵列) 才能出现弯角。
3. CFLY 电容需要放置在尽可能靠近器件的地方，而 CFLY 覆铜需要尽可能宽，直到靠近 IC。
4. 在 CFH 焊盘和 CFL 焊盘之间的 CFLY 覆铜需要尽可能对称。
5. 放置低 ESR 旁路电容，将 VBUS、PMID 和 VOUT 接地。这些电容需要尽可能靠近器件引脚。
6. CFLY 焊盘需要尽可能小，而 CFLY 电容应放置在尽可能靠近器件的地方，因为这些是开关引脚，这样有助于降低 EMI。
7. 布置时请注意，切勿让信号布线将电源平面中断。

5.2.1 电路板布局

图 5-4 至图 5-11 展示了 PCB 布局。

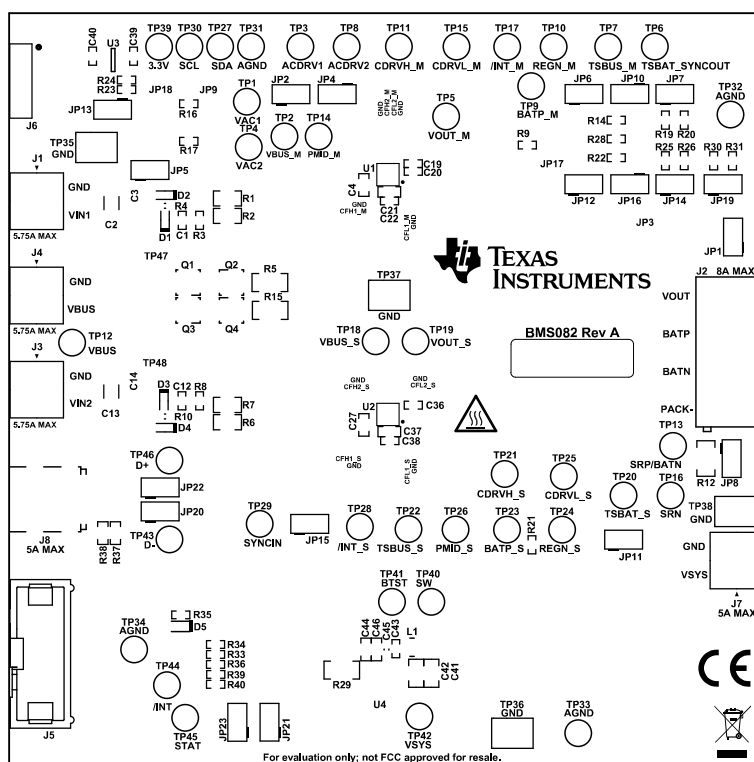


图 5-4. BMS082 顶部覆盖层

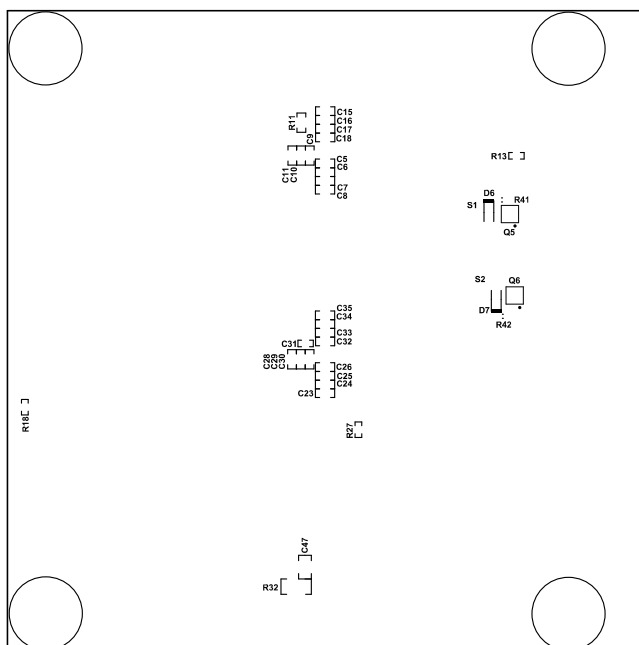


图 5-5. BMS082 底部覆盖层

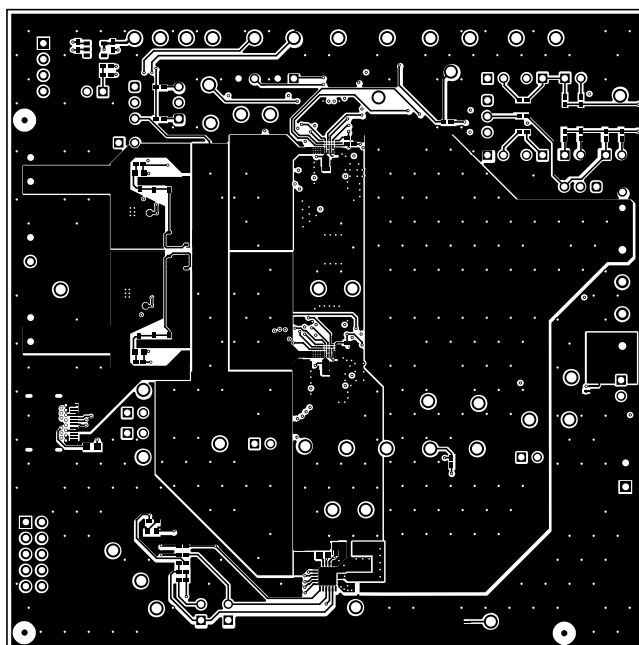


图 5-6. BMS082 顶层

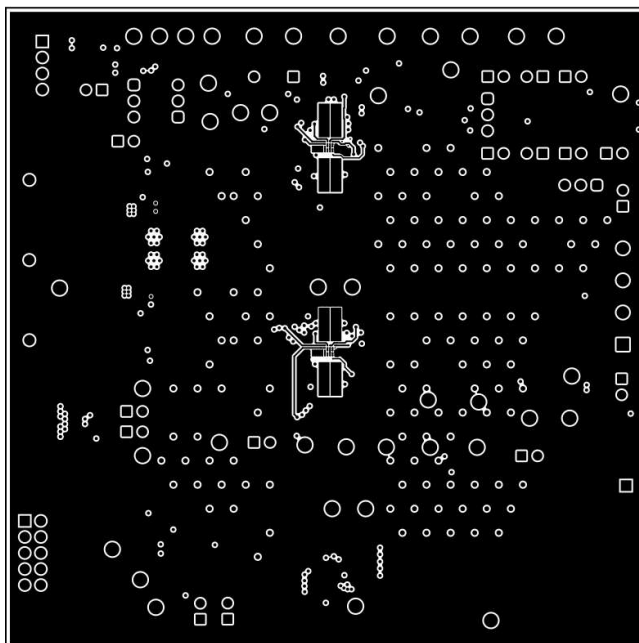


图 5-7. BMS082 信号层 1

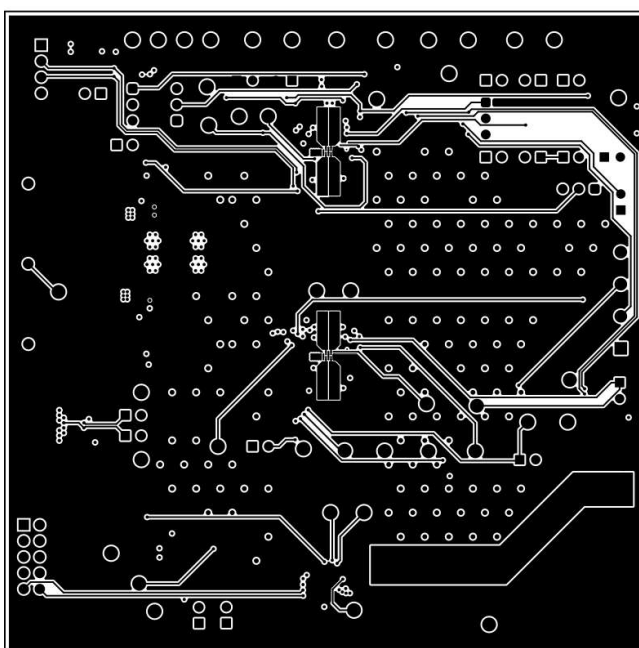


图 5-8. BMS082 信号层 2

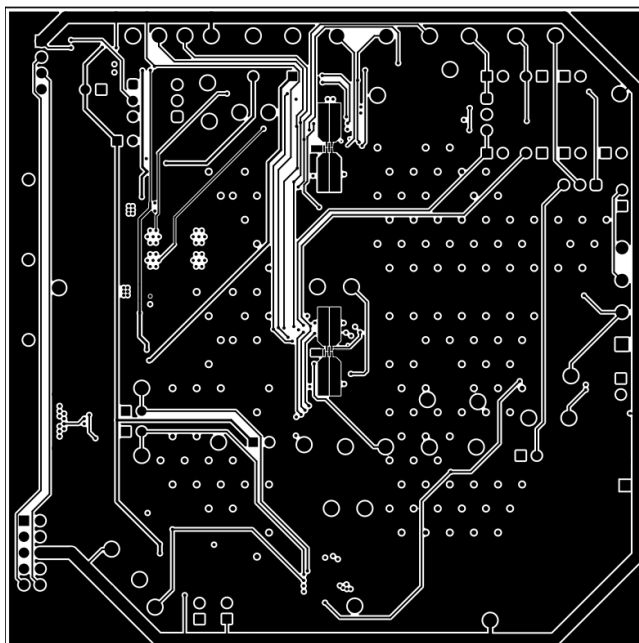


图 5-9. BMS082 信号层 3

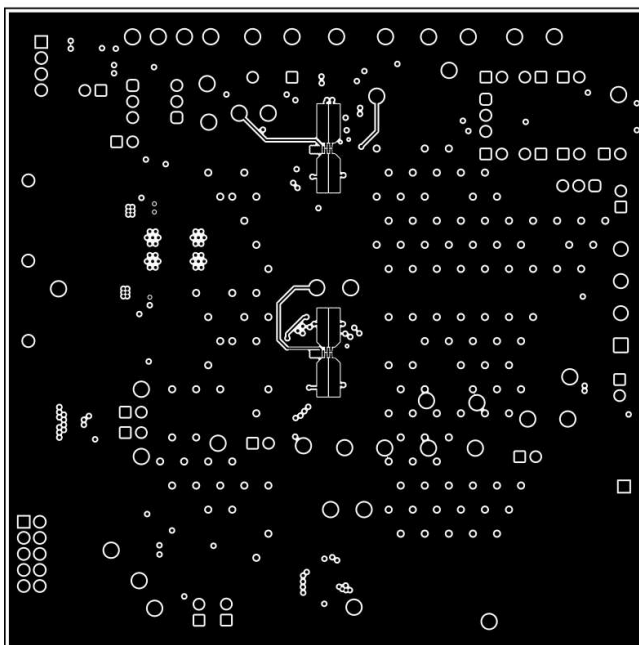


图 5-10. BMS082 信号层 4

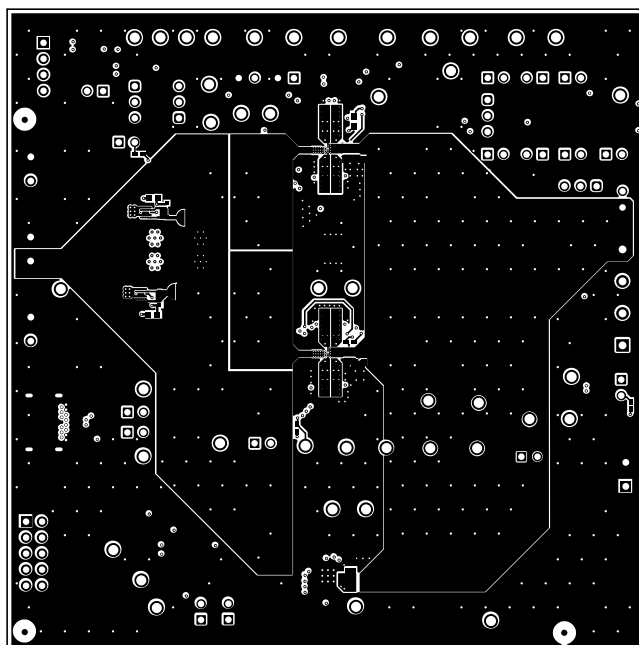


图 5-11. BMS082 底层

5.3 物料清单

表 5-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		BMS082	不限
C2、C13	2	10μF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	1206	C3216X5R1H106K160AB	TDK
C3、C14	2	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0402	0402	GRM1555C1H102JA01D	MuRata (村田)
C4、C27、C44	3	1μF	电容, 陶瓷, 1uF, 35V, +/-10%, X5R, 0603	0603	GMK107BJ105KA-T	Taiyo Yuden (太阳诱电)
C5、C6、C9、C17、C18、C25、C26、C30、C32、C33	10	22μF	电容, 陶瓷, 22 μ F, 16V, +/-20%, X5R, 0603	0603	GRM188R61C226ME01D	MuRata (村田)
C19、C36	2	4.7μF	电容, 陶瓷, 4.7μF, 10V, +/-20%, X5R, 0402	0402	GRM155R61A475MEAAD	MuRata (村田)
C20、C31	2	0.22μF	电容, 陶瓷, 0.22 μ F, 25V, +/-10%, X5R, AEC-Q200, 0402	0402	GRT155R61E224KE01D	MuRata (村田)
C21、C37、C46	3	10μF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 35V, +/-20%, X5R, 0603	0603	GRM188R6YA106MA73D	Murata (村田)
C39	1	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0402	0402	C1005X5R1A225K050BC	TDK
C40	1	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 35V, +/-10%, X5R, 0402	0402	GRM155R6YA105KE11D	MuRata (村田)
C41、C42、C47	3	10μF	CAP、CERM、10uF、25V、+/-10%、X5R、0805	0805	C2012X5R1E106K125AB	TDK
C43	1	0.047μF	电容, 陶瓷, 0.047uF, 25V, +/-10%, X7R, 0402	0402	GRM155R71E473KA88D	MuRata (村田)
C45	1	4.7uF	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 16V, +/-10%, X5R, 0603	0603	GRM188R61C475KAAJD	MuRata (村田)
D1、D3	2	12V	二极管, 齐纳, 12V, 300mW, SOD-523	SOD-523	BZT52C12T-7	Diodes Inc.
D5	1	绿色	LED, 绿光, SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On
D6、D7	2	5.6V	二极管, 齐纳, 12V, 300mW, SOD-323	SOD-323	MM3Z5V6ST1G	ON Semiconductor
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	6		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用	不适用
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J3、J4、J7	4		连接端子块, 2POS, 3.81mm, TH	2 位端子块	1727010	Phoenix Contact (菲尼克斯)
J2	1		端子块, 5.08mm, 4x1, 黄铜, TH	4x1 5.08mm 端子块	ED120/4DS	On-Shore Technology (岸上科技)
J5	1		接头 (有罩), 100mil, 5x2, 高温, 镀金, TH	5x2 有罩接头	N2510-6002-RB	3M
J6	1		接头 (摩擦锁), 100mil, 4x1, R/A, TH	4x1 R/A 接头	22/05/3041	Molex (莫仕)
J8	1		连接器, 插口, USB Type C, R/A	连接器, 插口, USB Type C, R/A, THT/SMT	632723300011	Wurth Elektronik (伍尔特电子)
JP1、JP2、JP4、JP5、JP6、JP7、JP8、JP10、JP11、JP12、JP13、JP14、JP15、JP16、JP19、JP20、JP21、JP22、JP23	19		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions (赛凌思 科技有限公司)
JP3、JP9、JP17、JP18	4		接头, 2.54mm, 3x1, 锡, TH	接头, 2.54mm, 3x1, TH	TSW-103-07-T-S	Samtec (申泰)
L1	1	1uH	电感器, 1uH, 3.7A, 0.045 Ω, SMD	2.5x2mm	AMELA2012S-1R0MT,	Abracon LLC
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	PCB 标签, 0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
Q1、Q2、Q3、Q4	4	30V	MOSFET, N 沟道, 30V, 60A, DNH0008A (VSONP-8)	DNH0008A	CSD17581Q3A	德州仪器 (TI)
R4、R10	2	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale (威世达勒)
R5、R15	2	0.01	电阻, 0.01, 1%, 1W, 1206	1206	WSLP1206R0100FEA	Vishay-Dale (威世达勒)

表 5-1. 物料清单（续）

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R9、R21	2	100	电阻, 100, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402100RFKED	Vishay-Dale (威世达勒)
R11	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06031K00FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R12	1	0.002	电阻, 0.002, 1%, 1W, 1206	1206	CSNL1206FT2L00	Stackpole Electronics Inc (斯塔克波尔电子公司)
R13、R14、R19、R20、R22、R23、R24、R25、R26、R27、R28、R30、R31、R33、R34	15	10k	电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K0JNED	Vishay-Dale (威世达勒)
R16	1	27k	电阻, 27k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040227K0JNED	Vishay-Dale (威世达勒)
R17	1	14.0k	电阻, 14.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040214K0FKED	Vishay-Dale (威世达勒)
R18	1	18k	电阻, 18k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040218K0JNED	Vishay-Dale (威世达勒)
R35	1	2.21k	电阻, 2.21k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04022K21FKED	Vishay-Dale (威世达勒)
R36	1	5.23k	电阻, 5.23k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04025K23FKED	Vishay-Dale (威世达勒)
R37、R38	2	5.1k	电阻, 5.1k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06035K10JNEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R39	1	30.1k	电阻, 30.1k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040230K1FKED	Vishay-Dale (威世达勒)
R40	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K0FKED	Vishay-Dale (威世达勒)
SH-JP1、SH-JP2、SH-JP3、SH-JP4、SH-JP5、SH-JP6、SH-JP7、SH-JP8、SH-JP9、SH-JP10、SH-JP11、SH-JP12、SH-JP13、SH-JP14、SH-JP15、SH-JP16、SH-JP17、SH-JP18、SH-JP19、SH-JP20、SH-JP21、SH-JP22、SH-JP23	23	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec (申泰)
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP8、TP12、TP14、TP18、TP19、TP26、TP40、TP41、TP42	14		测试点, 多用途, 红色, TH	红色多用途测试点	5010	Keystone
TP6、TP7、TP9、TP10、TP11、TP13、TP15、TP16、TP17、TP20、TP21、TP22、TP23、TP24、TP25、TP27、TP28、TP29、TP30、TP31、TP32、TP33、TP34、TP43、TP44、TP45、TP46	27		测试点, 多用途, 白色, TH	白色通用测试点	5012	Keystone
TP35、TP36、TP37、TP38	4		测试点, 紧凑型, SMT	Testpoint_Keystone_Compact	5016	Keystone
TP39	1		测试点, 紧凑型, 橙色, TH	橙色紧凑型测试点	5008	Keystone
U1, U2	2		具有集成保护功能、I2C 可编程性和 ADC 的 6 A 开关电源充电器	DSBGA36	BQ25960HYBG	德州仪器 (TI)
U3	1		具有反向电流保护功能的 150mA、30V、超低 IQ、宽输入范围低压降稳压器 DBV0005A (SOT-23-5)	DBV0005A	TPS70933DBVR	德州仪器 (TI)

表 5-1. 物料清单（续）

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
U4	1		具有 USB 检测功能和 1.2A 升压运行模式的 3 A I2C 受控型单节降压型电池充电器	RTW0024P	BQ25611DRTW	德州仪器 (TI)
C1、C12	0	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-1%, C0G/NP0, 0402	0402	GRM1555C1H102FA01D	MuRata (村田)
C7、C8、C10、C11、C15、C16、C23、C24、C28、C29、C34、C35	0	22μF	电容, 陶瓷, 22 μ F, 16V, +/-20%, X5R, 0603	0603	GRM188R61C226ME01D	MuRata (村田)
C22、C38	0	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 35V, +/-10%, X5R, 0402	0402	GMK105BJ104KV-F	Taiyo Yuden (太阳诱电)
D2, D4	0	40V	二极管, 肖特基, 40V, 0.38A, SOD-523	SOD-523	ZLLS350TA	Diodes Inc.
Q5, Q6	0	40V	40V 双 GaN 增强模式 FET	WLCSP22	INN040W048A	Innoscience
R1、R2、R6、R7	0	0	电阻, 0, 5%, 0.333W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	CRCW08050000Z0EAHP	Vishay-Dale (威世达勒)
R3、R8	0	100k	电阻, 100k, 1%, 0.0625W, 0402	0402	RC0402FR-07100KL	Yageo America (国巨)
R29、R32	0	0	电阻, 0, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW12060000Z0EA	Vishay-Dale
R41、R42	0	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale

6 其他信息

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司