



## 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

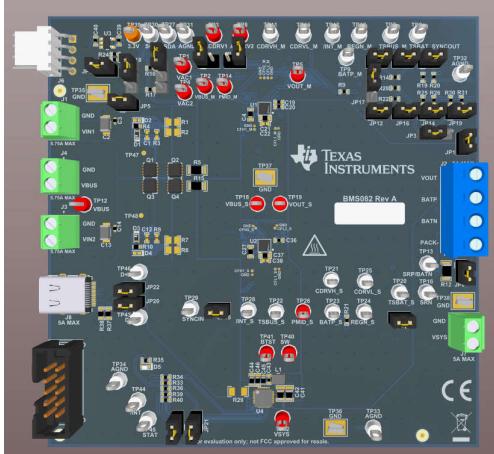
1. 在 [ti.com](http://ti.com) 上订购 EVM
2. 订购 [EV2400](http://EV2400) 以用于与 EVM 通信
3. 从 [ti.com](http://ti.com) 下载 [BQSTUDIO](http://BQSTUDIO) 和 BQ25960H BQZ 文件

## 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 I<sub>2</sub>C 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

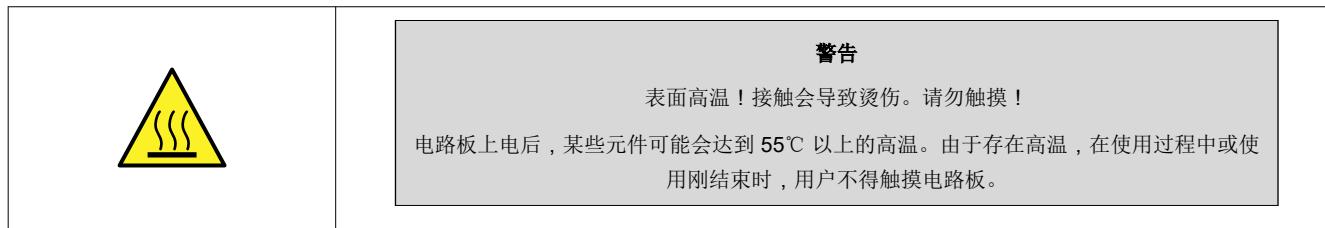
### 1.1 引言

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) 布局布线和物料清单 (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。



### 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、V <sub>BUS</sub>	J1、J3 和 J4 的输入电压	0	13	V
I <sub>VIN1</sub> 、I <sub>VIN2</sub> 、I <sub>V<sub>BUS</sub></sub>	流入 J1、J3 和 J4 的输入电流		5	A
V <sub>OUT</sub>	J2 的电池电压	0	5	V
I <sub>V<sub>OUT</sub></sub>	流出 J2 的电池充电电流		8	A
T <sub>A</sub>	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。

## 2 硬件

### 2.1 设备

此节列出了在 BQ25960HEVM 上执行测试时所需的设备。

1. **电源** : PS1. 需要一个能够提供高达 20V 电压、3A 电流的电源。
2. **电池仿真器** : 负载 #1 ( 四象限电源 )。一个 “Kepco” 负载 , BOP , 20-5M , 0V 至  $\pm 10V$  直流电压 , 0A 至  $\pm 5A$  电流 ( 或更高 )
3. **仪表** : ( 6 个 ) “Fluke 75” 万用表 ( 性能相当或更高 )。  
替代选项 : ( 4 个 ) 性能相当的电压表和 ( 2 个 ) 性能相当的电流表。此电流表必须能够测量至少达 5A 的电流。
4. **计算机** : 至少有一个 USB 端口和一条 USB 电缆的计算机。必须已安装 Battery Management Studio 本用户指南中的 [节 3.1](#) 提供了下载链接。
5. **PC 通信接口** : EV2400 基于 USB 的 PC 接口板。

### 2.2 设备设置

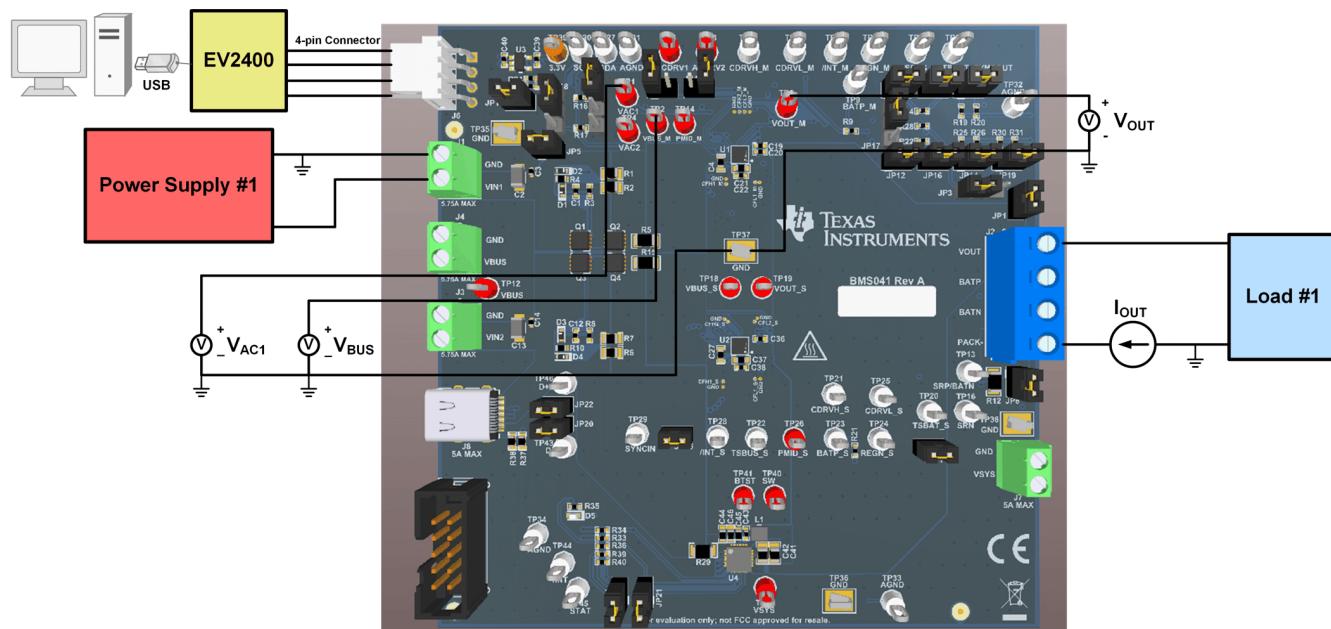


图 2-1. 设备测试设置

根据以下列表来设置 EVM 测试设备。请参阅图 2-1 了解测试设置与 EVM 的连接。

1. 请查看 [表 2-1](#) 中的 EVM 连接。
2. 按 [表 2-2](#) 所示安装跳线。
3. 将 PS1 设置为 8.3V<sub>DC</sub>、1A 电流限值，然后关闭电源。
4. 将 PS1 连接至 J1 ( VIN1 和 GND )。
5. 在 TP1 (VAC1) 和 TP37 (GND) 之间连接电压表，以测量输入电压 ( 可从 U1 充电器的 VAC1 泵上测得 )。
6. 在 TP2 (VBUS\_M) 和 TP37 (GND) 之间连接电压表，以测量输入电压 ( 可从 U1 充电器的 VBUS 泵上测得 )。
7. 将负载 #1 设置为恒压模式，输出电压为 4.0V，然后禁用负载。
8. 将负载 #1 连接至 J2 ( VOUT 和 PACK- )。串联连接电流表，以测量输出电流，如图 2-1 中所示。
9. 在 TP5 (VOUT\_M) 和 TP37 (GND) 之间连接电压表，以测量输出电压 ( 可从充电器的 VOUT 泵上测得 )。

### 2.3 I/O 说明

[表 2-1](#) 列出了 BQ25960HEVM 电路板连接和端口。

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	VOUT	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 <sup>2</sup> C 通信端口
J6	通信端口	适用于 EV2400 接口板的 I <sup>2</sup> 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

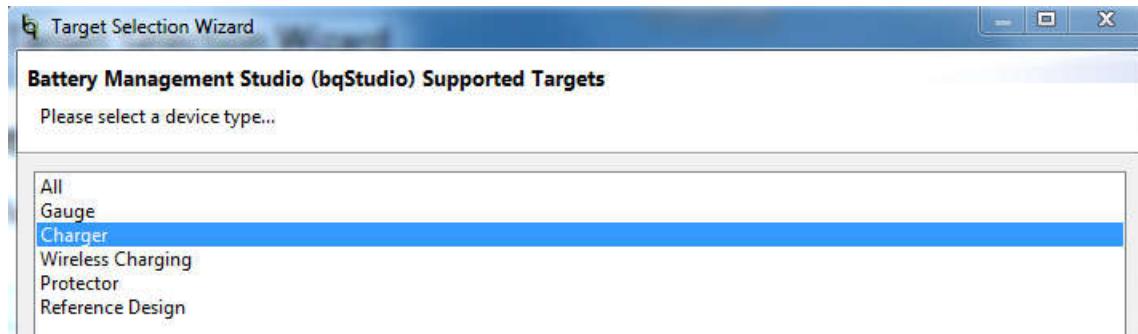
跳线	说明	单路 BQ25960H 设置	双路 BQ25960H 设置
JP1	BATP 至 VOUT 连接。	已安装	已安装
JP2	ACDRV1 至 GND 连接。如果直接通过 VBUS 供电，或者 ACFET1/RBFET1 已移除，请连接此跳线。	未安装	未安装
JP3	U1 TSBAT 或 SYNCOUT 连接。如果在主要/次要模式下运行，请连接至 SYNCOUT。	安装在左侧引脚和中间引脚之间 ( 连接到 TSBAT )	安装在中间引脚和右侧引脚之间 ( 连接到 SYNCOUT )
JP4	ACDRV2 至 GND 连接。如果 ACFET2/RBFET2 已移除，请连接此跳线。	未安装	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 <sup>2</sup> C 地址和模式选择。	已安装	已安装
JP9	U1 I <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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。

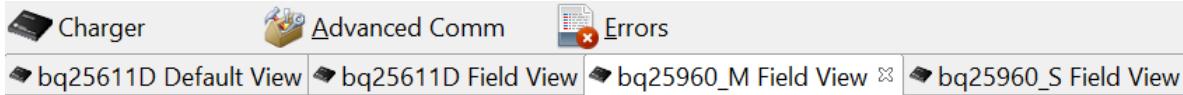
### 3 软件

#### 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  $\rightarrow V_{VAC1-GND}$  ( TP1 和 TP37 ) =  $8.3 \pm 0.2V$
  - 测量  $\rightarrow V_{VBUS\_M-GND}$  ( TP2 和 TP37 ) =  $0 \pm 0.5V$
  - 测量  $\rightarrow V_{VOUT\_M-GND}$  ( TP5 和 TP37 ) =  $4 \pm 0.2V$

#### 4.1.2 通信验证

执行以下步骤进行 I<sup>2</sup>C 通信验证。假设已完成了[表 2-2](#) 中的跳线设置，那么 U1 的 I<sup>2</sup>C 地址为 0x65，U2 的 I<sup>2</sup>C 地址为 0x67。如果组装了 R29 和 R32，那么 U4 的 I<sup>2</sup>C 地址为 0x6B。

1. 在 BQStudio 中，点击 *Field View*，然后选择 U1 的 I<sup>2</sup>C 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
VAC1 Present Status	Present

VOUT 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
VAC1 Present Status	Present

VOUT Present Status	Present
VAC2 Present Status	Not present

- 测量  $\rightarrow V_{VBUS\_M-GND}$  ( 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 I <sup>2</sup> C 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 I<sup>2</sup>C 地址为 0x65，U2 的 I<sup>2</sup>C 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 I<sup>2</sup>C 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 I<sup>2</sup>C 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<sub>BATLOWV</sub> 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。

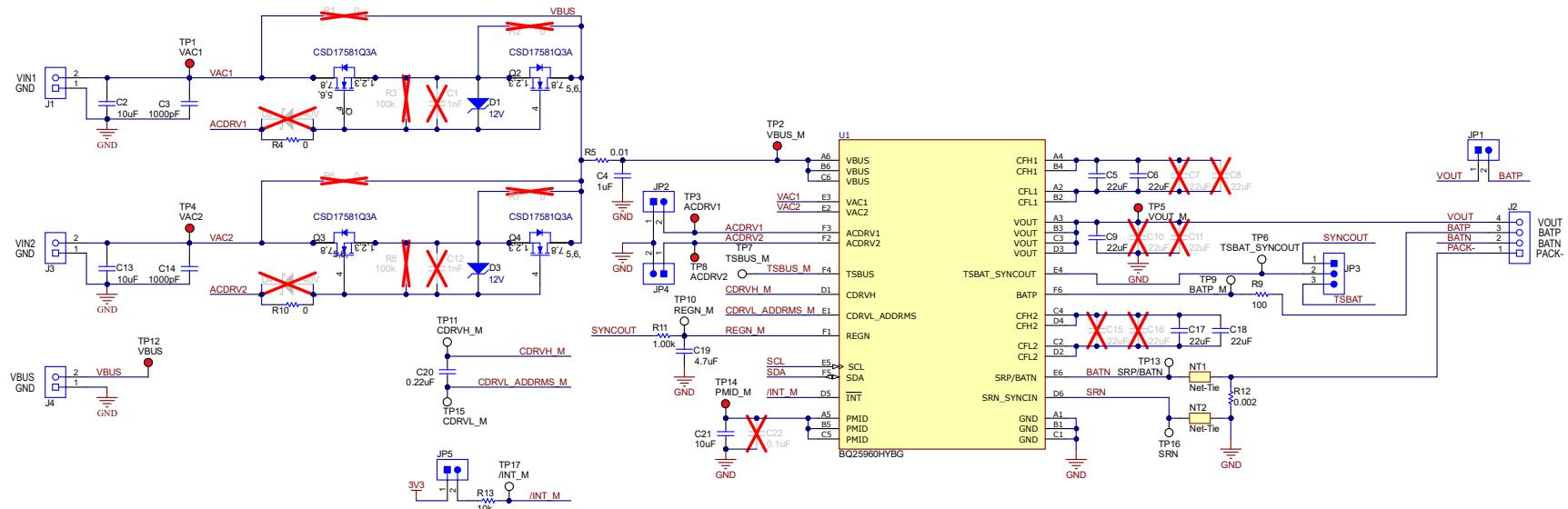


图 5-1. BQ25960HEVM 原理图 (第 1 页)

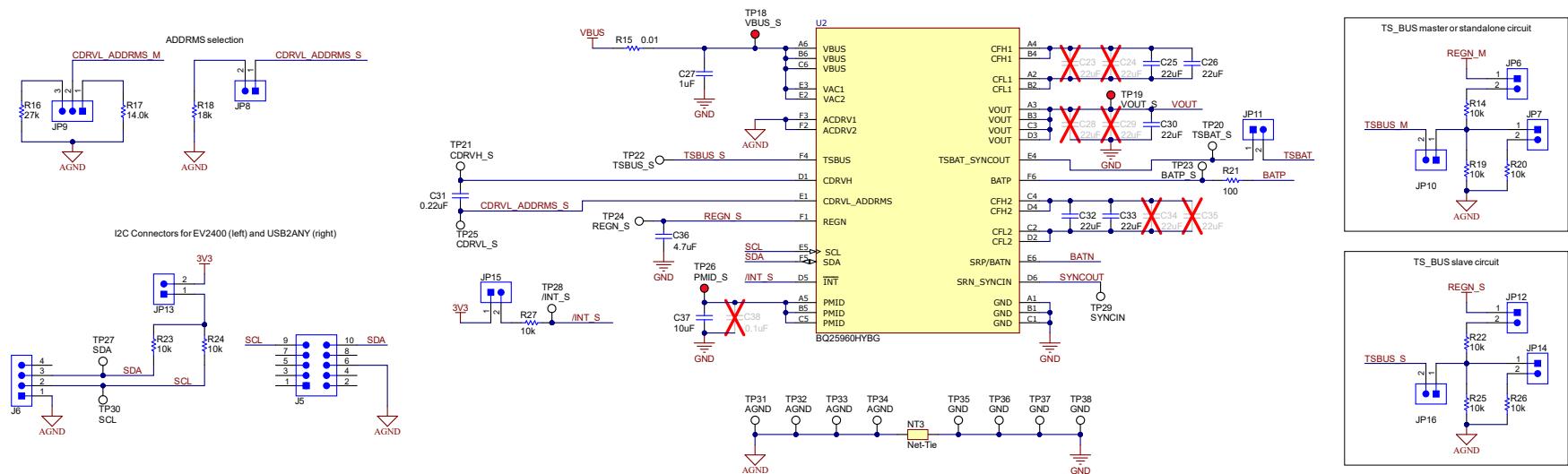


图 5-2. BQ25960HEVM 原理图 (第 2 页)

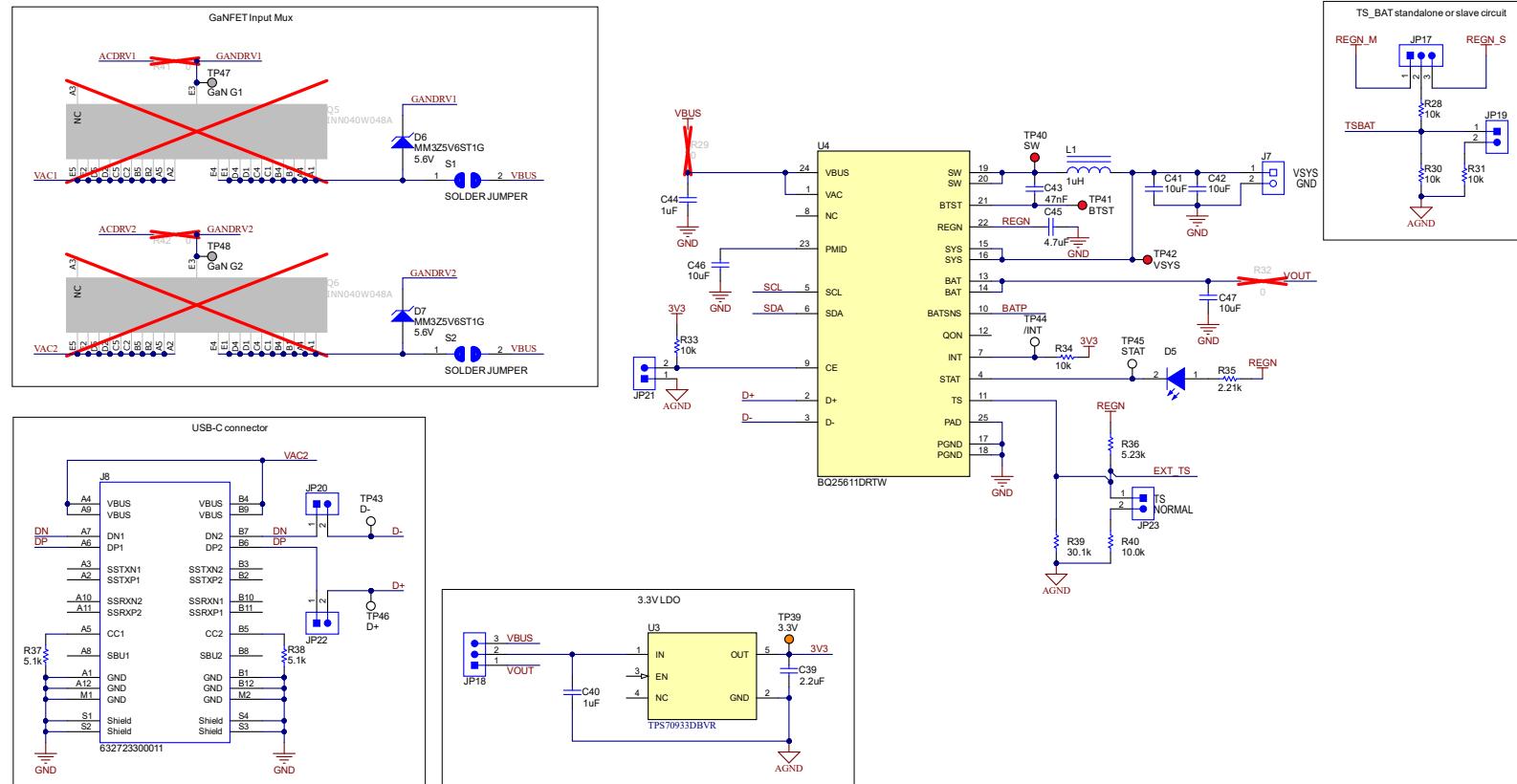


图 5-3. BQ25960HEVM 原理图 (第 3 页)

## 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 W CSP 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。

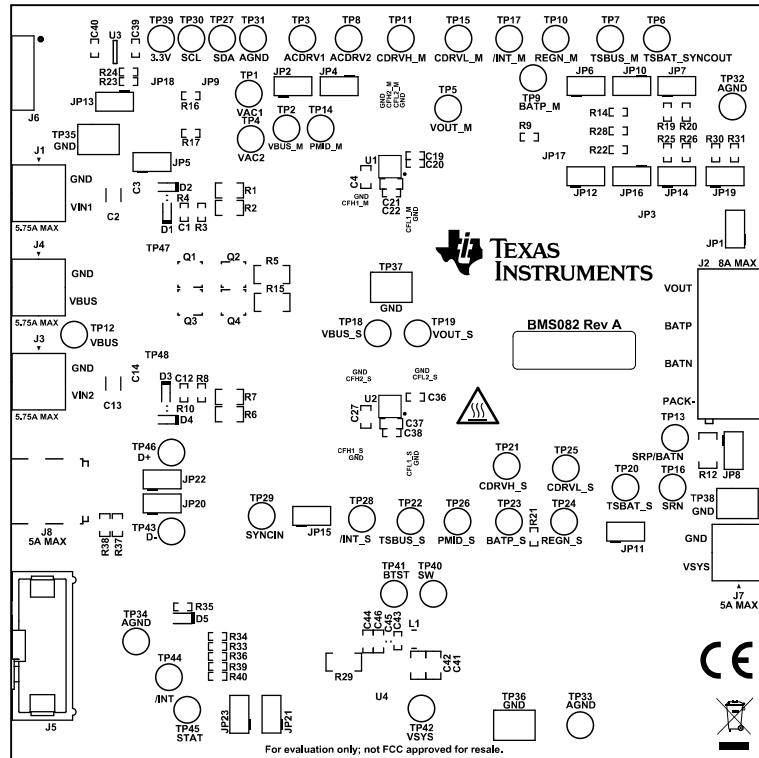


图 5-4. BMS082 顶部覆盖层

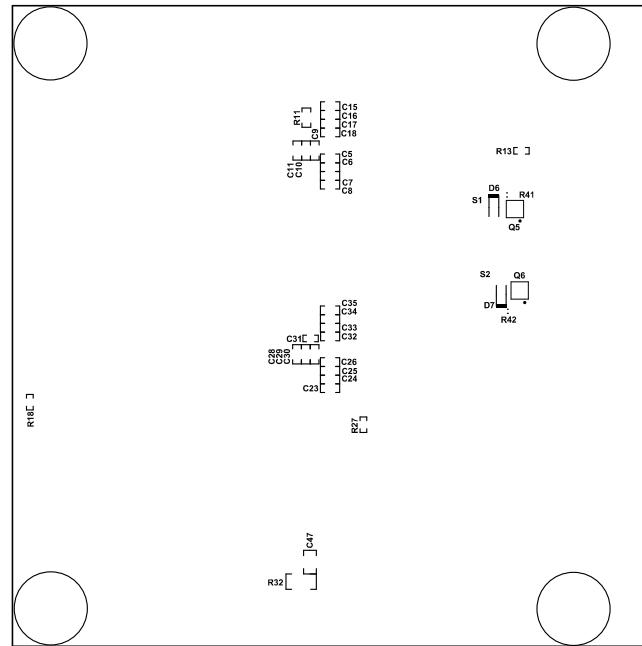


图 5-5. BMS082 底部覆盖层

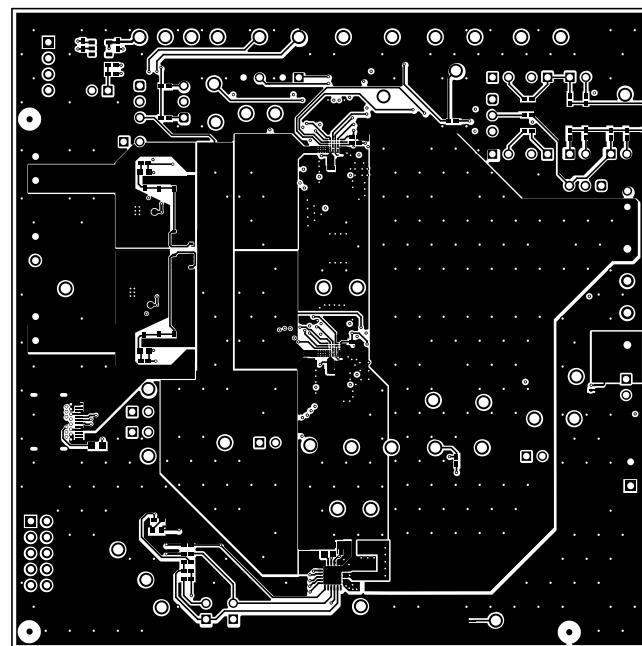


图 5-6. BMS082 顶层

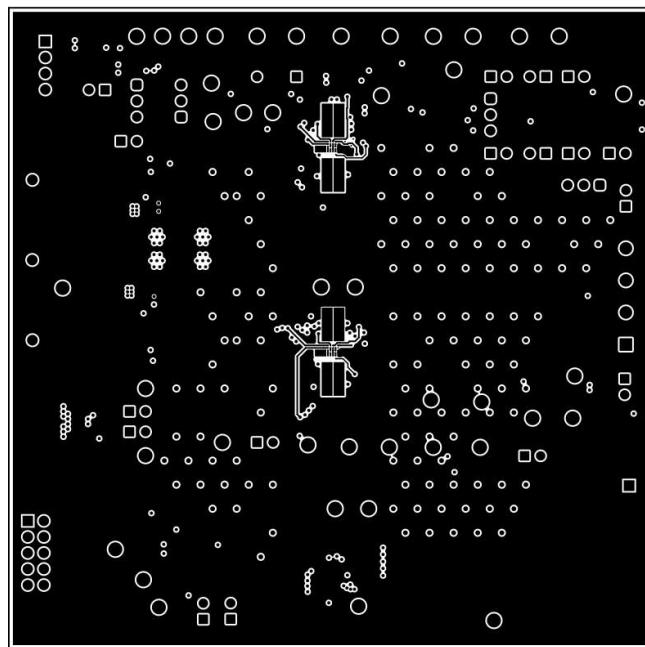


图 5-7. BMS082 信号层 1

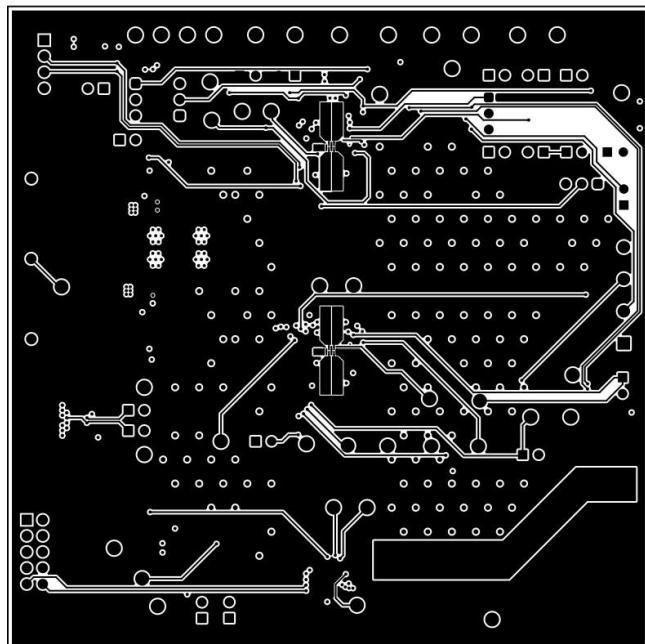


图 5-8. BMS082 信号层 2

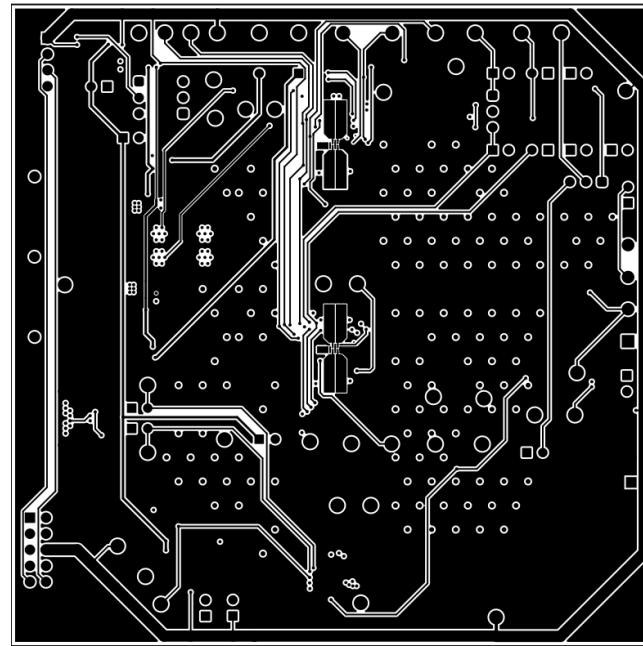


图 5-9. BMS082 信号层 3

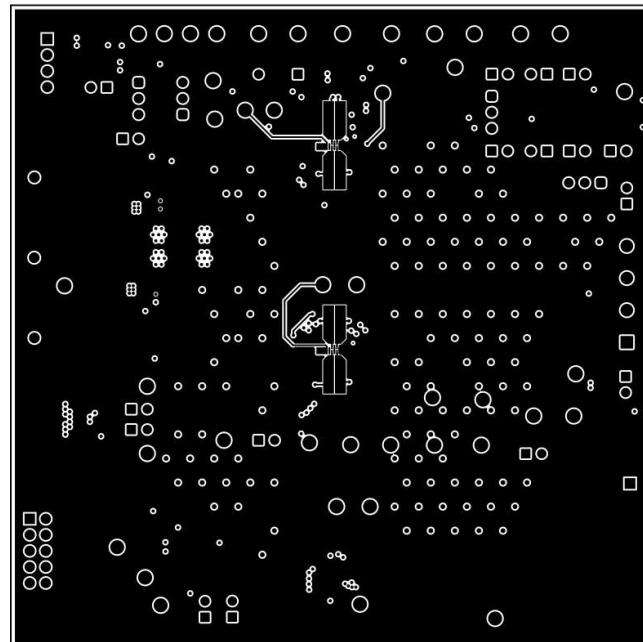


图 5-10. BMS082 信号层 4

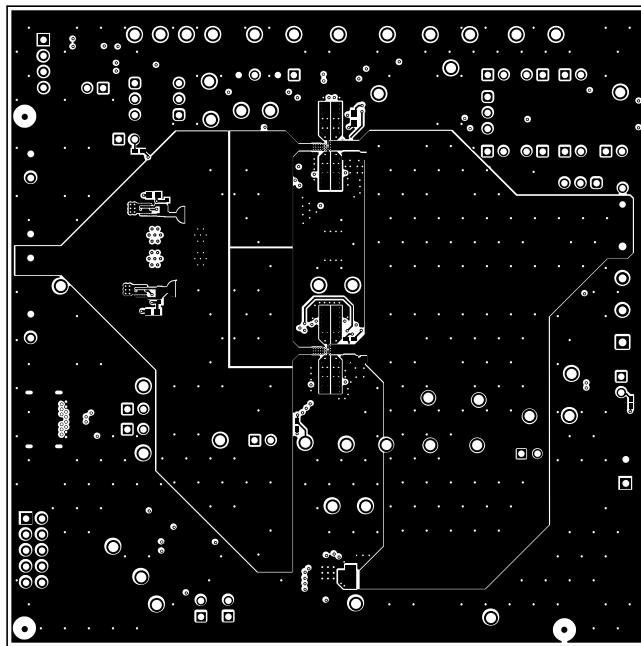


图 5-11. BMS082 底层

## 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 μF, 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 μF, 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 μF, 25V, +/-10%, X5R, AEC-Q200, 0402	0402	GRT155R61E224KE01D	MuRata ( 村田 )
C21、C37、C46	3	10μF	电容, 陶瓷, 10 μF, 35V, +/-20%, X5R, 0603	0603	GRM188R6YA106MA73D	Murata ( 村田 )
C39	1	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μF, 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 μF, 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, 0.045Ω, SMD	2.5x2mm	AMELA2012S-1R0MT,	Abracan 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	CRCW040222K21FKED	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 开关电容器 电池充电器	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 μF, 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	WL CSP22	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出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