

EVM User's Guide: BQ25690EVM BQ2569X/9X-Q1 评估模块



说明

BQ2569X/9X-Q1 评估模块 (EVM) 用于评估 BQ2569X/9X-Q1 集成电路。

开始使用

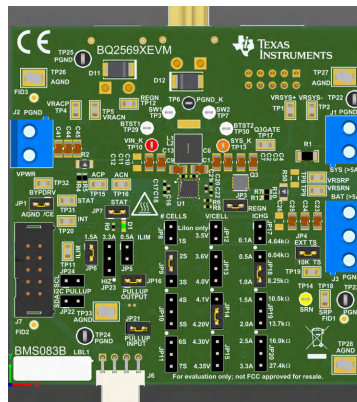
1. 在 [ti.com](https://www.ti.com) 上订购 EVM。
2. 如果使用 BQSTUDIO，订购 [EV2400](#) 或 [EV2500](#) 盒以便与 EVM 通信。
3. 如果使用在线 [TI-CHARGER-GUI](#)，请订购 [USB2ANY](#) 盒以便与 EVM 通信。
4. 如果使用 BQSTUDIO，下载 BQ25690 BQZ 文件并保存在 /BatteryManagementStudio/config 目录中。

特性

- 螺钉端子块可轻松连接工作台电源、电子负载或电阻负载以及仿真或实际电池
- 带有可拆卸分流器的板载跳线，便于默认配置和仿真操作
- 板载测试点和感应电阻器有助于测量高效且高精度的电压和电流调节
- 用于 EV2400 或 EV2500 通信盒/板的连接器，可与 BQSTUDIO 下载软件配合使用
- 适用于 USB2ANY 通信盒且可与 TI-CHARGER-GUI 搭配使用的连接器

应用

- 可视门铃
- 智能家居远程控制
- 数据集中器
- 无线扬声器
- 电器
- 智能扬声器
- 多参数患者监护仪
- 心电图 (ECG)
- 超声波智能探头



BQ25690EVM REV B 硬件电路板

1 评估模块概述

1.1 简介

BMS083 印刷电路板 (PCB) 是一个完整的充电器评估模块，用于 BQ2569X/9X-Q1 系列电池充电器。BQ2569X/9X-Q1 是一款采用 HOTROD (QFN) 封装的集成式开关模式降压/升压电池充电管理器件，可为 1 节至 7 节串联的锂化学电池充电，充电电流最高可达 3.3A。在正向/充电/灌电流模式下，IC 可在 2.5V 至 34V 的输入电压范围内工作，且可承受高达 45V 的电压。BQ25690 NVDC 拓扑具有外部 BATFET，可在电池电量低时提供稳定的最低系统电压，并能独立于系统负载电流测量终止电流。默认充电电压和充电电流可通过电阻设置。该器件默认为正向/充电/灌电流模式，但可利用 I2C 更改为反向/OTG/拉电流模式。BQ25690 还支持通过 I2C 寄存器配置正向/反向旁路 (直通) 模式。此外，I2C 寄存器可以更改开关频率以及电压和电流调节设置。BQ25690 具有最大功率点跟踪 (MPPT) 功能，适用于太阳能电池板等 HiZ 电源。

本用户指南提供了 BQ2569X/9X-Q1 评估模块 (EVM) 的详细测试说明。此外还包括对必要设备、设备设置和流程的说明。参考文档包含 PCB 布局布线、原理图和物料清单 (BOM)。

除非另有说明，否则本用户指南中的所有缩写词 *EVM*、*BQ2569X/9X-Q1EVM*、*BMS083* 以及术语 *评估模块* 与 *BMS083* 评估模块具有相同的含义。

	注意	注意：表面高温。 接触会导致烫伤。 请勿触摸！
---	-----------	--

1.2 套件内容

套件包括：

- 1 BQ25690EVM

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

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位
V_{VIN}	施加到 VIN 引脚的输入电压	2.9		34.0	V
V_{BAT}	施加到 BAT 引脚的电池电压			34.0	V
I_{VIN}	VIN 的输入电流			3.3	A
I_{OUT}	从 SW 流入负载和电池的转换器输出电流			3.3	A

1.4 器件信息

此 EVM 套件不包含 EV2400 或 EV2500 或 USB2ANY。若要用 BQSTUDIO 评估 EVM，必须单独订购 EV2400 或 EV2500 以评估具有可下载 BQSTUDIO 软件的 EVM。要使用在线 TI-CHARGER-GUI 评估 EVM，必须单独订购 USB2ANY 盒，以便通过在线 TI-CHARGER-GUI 网站评估 EVM。

有关详细特性和运行情况，请参阅表 1-2 以了解器件列表及相应的数据表。

表 1-2. 器件数据表

器件	数据表	EVM 标签
BQ25690	SLUSFN4	BQ25690EVM

2 硬件

2.1 I/O 信息

表 2-1 列出了此 EVM 上提供的输入和输出连接及对应的描述。

表 2-1. EVM I/O 连接

插孔	说明
J1(1) - SYS	充电器系统输出电压的正电源轨，通常连接到系统负载
J1(2) - GND	接地
J2(1) - VPWR	充电器输入电压的正电源轨
J2(2) - GND	接地
J3(1) - BAT+	充电器电池输入的正电源轨，连接到外部电池的正极端子
J3(2) - TS	如果需要，可连接外部热敏电阻
J3(3) - GND	接地
J4	仅用于测试目的 - 请勿使用。该未安装接头的不同过孔处可测量到 IC 引脚电压。
J5	USB-C PD EVM 的电源连接
J6	适用于 EV2400 或 EV2500 接口板的 I ² C 连接器
J7	适用于 USB2ANY 接口板的 I ² C 连接器
J8	USB-C PD EVM 的数据连接
J9	未使用
J10	USB-C PD EVM 的电源连接

2.2 跳线信息

表 2-2 列出了此 EVM 上提供的跳线和分流器安装装置及其相应的说明。

表 2-2. EVM 天线和分流器安装装置

跳线	说明	BQ25690 默认分流设置
JP1	\overline{CE} 引脚接地，以启用充电。当移除时， \overline{CE} 引脚会上拉，以便禁用充电	已安装
JP2	未使用	未使用
JP3	REGN 与 TS 电阻分压器网络连接。这必须保持连接状态以防止 TS 故障。	已安装
JP4	设置热敏电阻 NORMAL 的温度。连接跳线以模拟充电器进入 TNORMAL (T2-T3) 温度区域。使用外部连接的热敏电阻时移除此跳线。	REVA — 未安装， REVB — 已安装
JP5	设置 ILIM_HIZ 引脚为 500mA。连接此分流器以将外部输入电流限制设置为 500mA。	未安装
JP6	设置 ILIM_HIZ 引脚为 1.5A。安装此分流器以将外部输入电流限制设置为 1.5A。	已安装
JP7	连接 STAT 引脚和 LED 指示器。指示当前充电器状态。LED 亮起 = 正在充电。LED 熄灭 = 充电终止。LED 闪烁 = 充电故障。	已安装
JP8	设置 CELL 引脚为 1S，VSYSMIN = 3.5V。连接可将充电器默认设置配置为 1S 充电。	未安装
JP9(1.2)	设置 CELL 引脚为 2S，VSYSMIN = 6.2V。连接可将充电器默认设置配置为 2S 充电。	已安装
JP9(2.3)	设置 CELL 引脚为 3S，VSYSMIN = 9.3V。连接可将充电器默认设置配置为 3S 充电。	未安装
JP10(1.2)	设置 CELL 引脚为 4S，VSYSMIN = 12.4V。连接可将充电器默认设置配置为 4S 充电。	未安装
JP10(2.3)	设置 CELL 引脚为 5S，VSYSMIN = 15.5V。连接可将充电器默认设置配置为 5S 充电。	未安装
JP11(1.2)	设置 CELL 引脚为 6S，VSYSMIN = 18.6V。连接可将充电器默认设置配置为 6S 充电。	未安装
JP11(2.3)	设置 CELL 引脚为 7S，VSYSMIN = 18.6V。连接可将充电器默认设置配置为 7S 充电。	未安装
JP12	设置 VCHG 引脚为 3.5V/节。连接可将充电器默认设置配置为 3.5V/节	未安装
JP13(1.2)	设置 VCHG 引脚为 3.6V/节。连接可将充电器默认设置配置为 3.3V/节	未安装
JP13(2.3)	设置 VCHG 引脚为 4.0V/节。连接可将充电器默认设置配置为 4.0V/节	未安装
JP14(1.2)	设置 VCHG 引脚为 4.1V/节。连接可将充电器默认设置配置为 4.1V/节	未安装

表 2-2. EVM 天线和分流器安装装置 (续)

跳线	说明	BQ25690 默认分流设置
JP14(2.3)	设置 VCHG 引脚为 4.2V/节。连接可将充电器默认设置配置为 4.2V/节。	已安装
JP15(1.2)	设置 VCHG 引脚为 4.3V/节。连接可将充电器默认设置配置为 4.3V/节。	未安装
JP15(2.3)	设置 VCHG 引脚为 4.35V/节。连接可将充电器默认设置配置为 4.35V/节。	未安装
JP16	3.3V LDO 输出连接, 用于提供板载上拉电源轨。	已安装
JP17	设置 ICHG 引脚为 ICHG = 0.1A, IPRECHG = 40mA, ITERM = 40mA。连接可将充电器默认设置配置为 ICHG = 0.1A	未安装
JP18(1.2)	设置 ICHG 引脚为 ICHG = 0.5A, IPRECHG = 60mA, ITERM = 60mA。连接可将充电器默认设置配置为 ICHG = 0.5A	未安装
JP18(2.3)	设置 ICHG 引脚为 ICHG = 1.0A, IPRECHG = 100mA, ITERM = 100mA。连接可将充电器默认设置配置为 ICHG = 1.0A	已安装
JP19(1.2)	设置 ICHG 引脚为 ICHG = 1.5A, IPRECHG = 160mA, ITERM = 160mA。连接可将充电器默认设置配置为 ICHG = 1.5A	未安装
JP19(2.3)	设置 ICHG 引脚为 ICHG = 2.0A, IPRECHG = 200mA, ITERM = 200mA。连接可将充电器默认设置配置为 ICHG = 2.0A	未安装
JP20(1.2)	设置 ICHG 引脚为 ICHG = 2.5A, IPRECHG = 260mA, ITERM = 260mA。连接可将充电器默认设置配置为 ICHG = 2.5A	未安装
JP20(2.3)	设置 ICHG 引脚为 ICHG = 3.3A, IPRECHG = 340mA, ITERM = 340mA。连接可将充电器默认设置配置为 ICHG = 3.3A	未安装
JP21	3.3V LDO 输入将通过 VPWR 与 BAT 之间的二极管 OR 连接。	已安装
JP22	板载 3.3V 上拉电源轨的 REVA-I2C SDA 和 SCL 连接。板载 3.3V 上拉电源轨的 REVB-I2C SDA 连接。	未安装
JP23	将 ILIM_HIZ 引脚连接至 3.3V 上拉电源轨 (引脚 1 和 2), 以将充电器置于高阻态模式。将 ILIM_HIZ 引脚连接到 GND (引脚 2 和 3), 以将 IINDPM 寄存器上的 ILIM 钳位设置为 3.3A。	未安装
JP24 (仅限 REV B)	板载 3.3V 上拉电源轨的 I2C SCL 连接。	未安装

2.3 设备

本节列出了在此 EVM 上执行测试时所需的电源。

1. **电源：1 号电源 (PS #1)：**需要一个能够提供不高于 34V 的电压、3.3A 电流的电源。
2. **负载 1 用于模拟电池：**理想选择：四象限电源，电压供电和受电可提供高达 34V 电压和 $\pm 3.3A$ (或更高) 电流。还建议并联一个 1000 μF 电容器。
替代选项：高达 34V，至少 3.3A，直流电子负载设置为恒定电压负载模式。若要施加低于仿真电池电压的启动电压，可能需要通过与电子负载并联的二极管连接的第二个电源。
3. **负载 #2 用于模拟 SYS 上的负载，或连接到 VPWR 用于反向/OTG/源模式下的负载：**电子或电阻负载能够在高达 34V 的电压下提供至少 3.3A 的灌电流。
4. **仪表：**4 个“Fluke 75”万用表 (性能相当或更高)。
5. **计算机：**至少有一个 USB 端口和一条 USB 电缆的 Windows 10 或 11 计算机。必须已安装 Battery Management Studio 的最新版本。
6. **USB 通信套件：**EV2400 或 EV2500 基于 USB 的 PC 通信盒或电路板或者 USB2ANY 通信盒。
7. **软件：**如果使用 EV2x00，则为 BQSTUDIO 软件，包含德州仪器 (TI) 提供的适用于正确 BQ2569X IC 的最新 .bqz 文件。从 [BQSTUDIO](#) 下载 BQSTUDIO 并安装该软件。如果使用 USB2ANY，可以[点击此处](#)访问 TI 的在线充电器 GUI。

2.4 硬件设置

使用以下列表来设置 EVM 测试设备，如图 2-1 中所示。

1. 安装或自定义 EVM 跳线连接。
 - a. 每组接头只能安装一个分流器：JP8-JP11、JP12-JP15、JP17-JP20，分别用于设置默认电芯数、电芯电压和预充电、快速充电及终止电流。在 POR 时从 VIN 或 电池或者在 ILIM_HIZ 被拉至高电平后读取引脚并设置寄存器默认值。电芯数和电压乘积用于设置默认的电池稳压电压和最小系统电压。
2. 将 PS #1 设置为 12V 直流、3A 电流限值，然后关闭电源。
3. 将 PS#1 的输出与一个电流表串联在一起，然后连接到 J2 (VPWR 和 PGND)。
4. 将电压表跨接在 TP10 (VIN_K) 和任何 AGND 测试点之间，或跨接在 J2 两端。
5. 打开负载 #1，设置为恒压模式并将输出设置为 5V。禁用负载。
6. 将电压表跨接在 TP15 和 TP16 之间以测量 ACx 检测电阻两端的电压。测量值除以检测电阻即可得到 IIN_REV 输入/输出电流。
7. 将电压表跨接在 TP14 (SRN) 和任何 AGND 测试点之间，或跨接在 J3 两端，测量电池电压。
8. 将电压表跨接在 TP8 和 TP9 之间以测量 SRx 检测电阻两端的电压。测量值除以检测电阻即可得到电池电流。
9. 使用提供的 USB 电缆将 EV2x00 或 USB2ANY 通信盒连接到计算机，然后分别连接到 J6 或 J7。

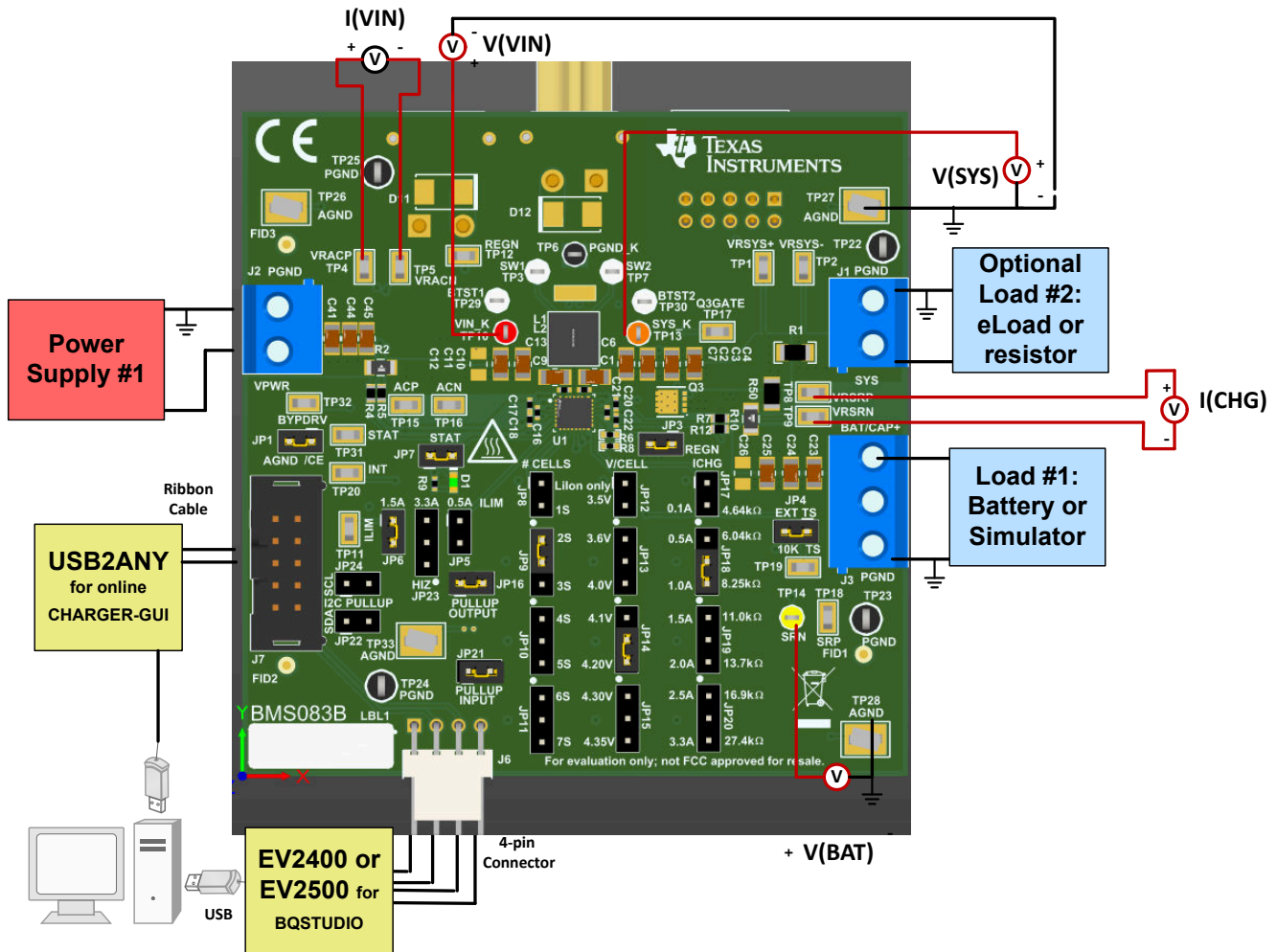


图 2-1. BQ25690EVM 的测试设置

3 软件

3.1 软件设置

3.1.1 BQSTUDIO

如果使用 BQSTUDIO 和 EV2400 或 EV2500 通信盒，请使用以下步骤来设置 EVM 测试软件：

1. 在连接到 EV2400 或 EV2500 通信盒的计算机上，启动 Battery Management Studio (BQStudio)。如图 3-1 所示选择 “Charger”。

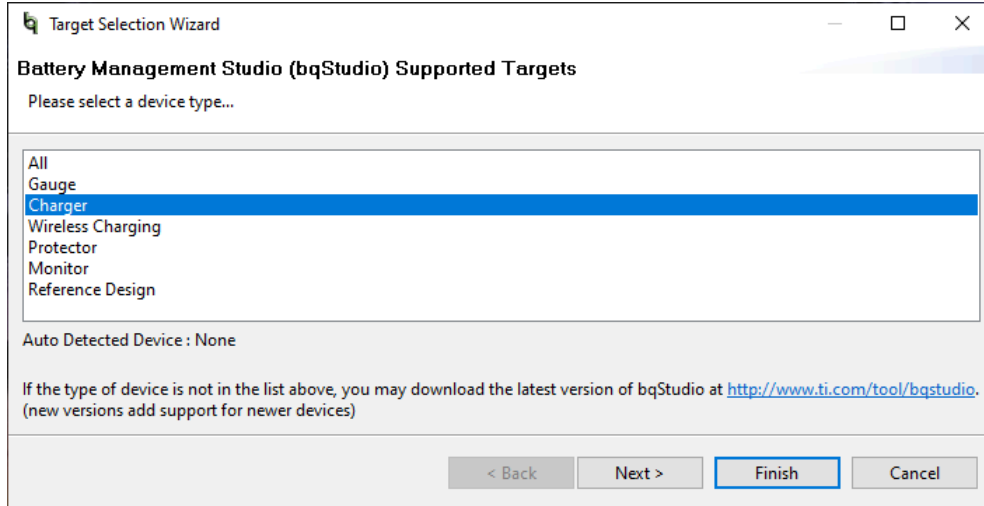


图 3-1. BQStudio 器件类型选择窗口

2. 从窗口中根据 BQ2569x 器件选择适当的配置文件。
3. 在随即显示的窗口中选择功能区右侧的 *Field View* 按钮，然后将出现 BQ2569x EVM 软件的主窗口，如图 3-2 和图 3-3 中所示。

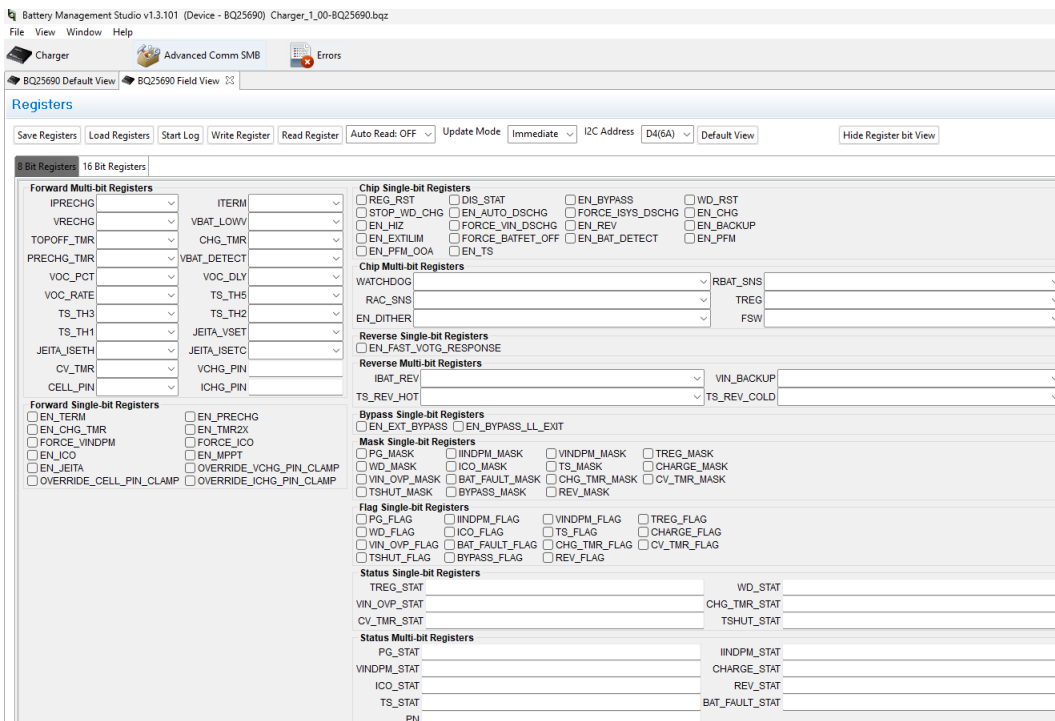


图 3-2. BQ25690 EVM 软件的 8 位寄存器选项卡的字段视图

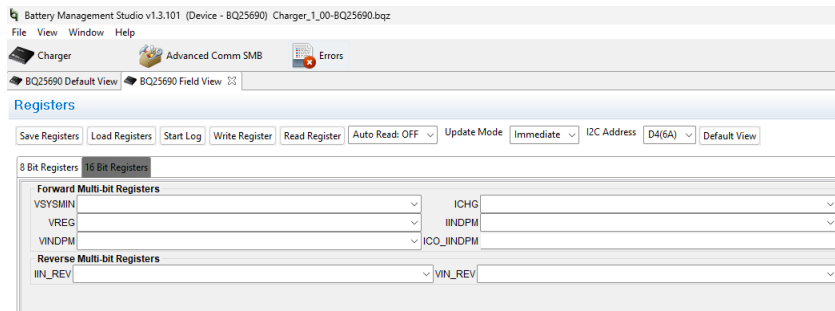


图 3-3. BQ25690 EVM 软件的 16 位寄存器选项卡的字段视图

3.1.2 TI-CHARGER-GUI

如果使用 TI-CHARGER-GUI 和 USB2ANY 通信盒，请使用以下步骤来设置 EVM 测试软件：

1. 在 Search Device 框中输入 BQ25690，或向下滚动至多电池器件下的 BQ25690。

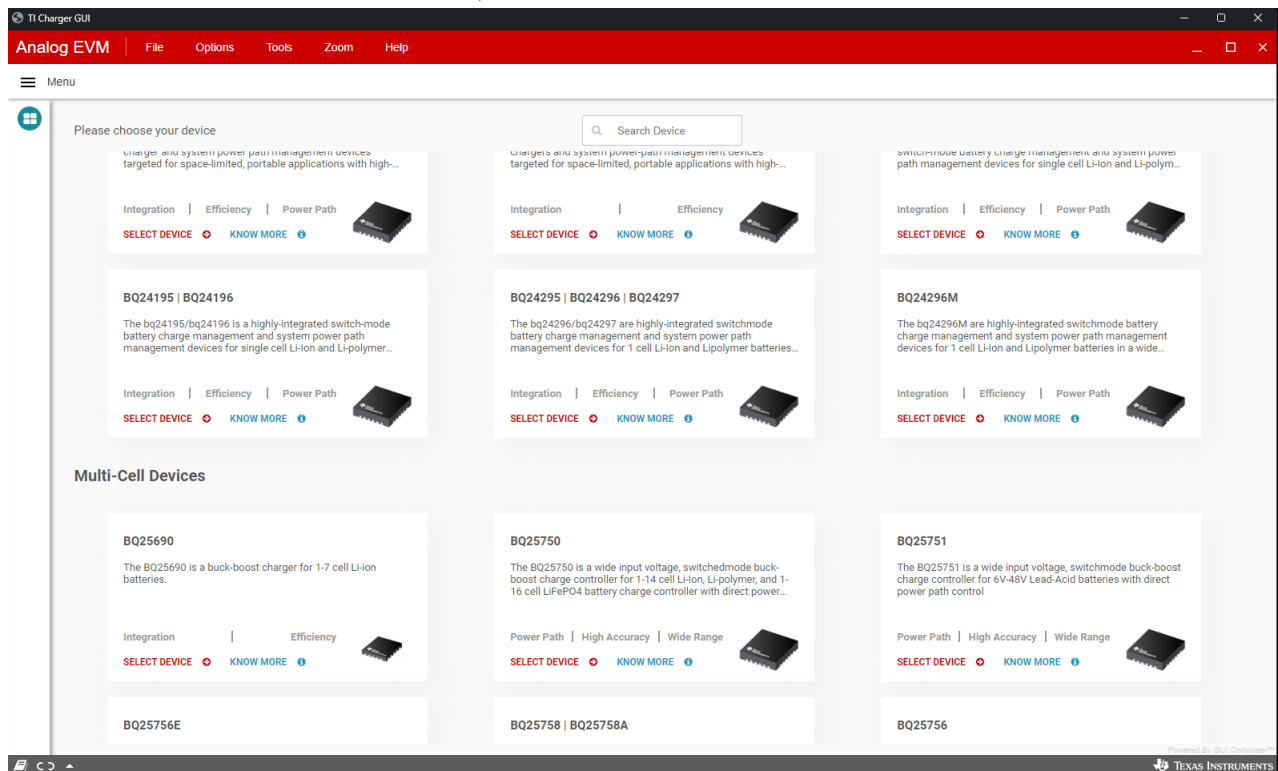


图 3-4. TI-CHARGER-GUI 启动页面

2. 以蓝色突出显示的是每个 GUI 选项卡的说明。

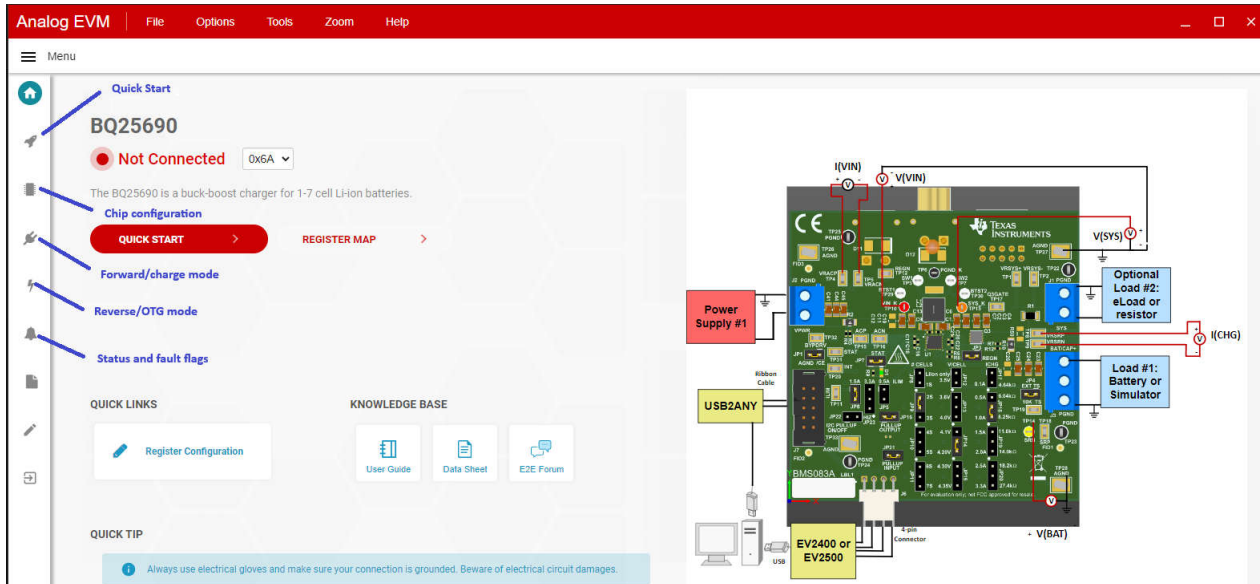


图 3-5. BQ25690EVM 主页

3.2 测试程序

3.2.1 初始上电

执行以下步骤来启用 EVM 测试设置：

1. 验证已经执行节 2.4 中的步骤。
2. 验证已经执行节 3.1 中的步骤。
3. 打开电池模拟器负载 #1 并设置为 5V。

3.2.2 I²C 寄存器设置

使用以下步骤来执行基准测试验证：

1. 在 EVM 软件中，点击 Read 或 Read All Registers 按钮。
 - 验证 GUI 是否未报告 ACK 错误。

备注

如果器件显示 ACK 错误，确认已执行节 2.4 和节 3.2.1 中的步骤。

2. 对于正向/充电模式：

操作	BQSTUDIO (字段视图)	TI-CHARGER-GUI
1.禁用看门狗计时器以防止寄存器在计时器到期时恢复为默认值	8 位选项卡 “Chip Multi-bit” 部分	快速启动 (火箭图标) 页面或芯片配置 ((IC 图标) 页面
2.更改每个 CELLS、VREG 和 ICHG 引脚电阻器的默认充电配置： a. 选择适当 OVERRIDE 位 b. 如有必要，更新 CELLS 位 c. 更新 VREG、VSYSMIN 及 ICHG 寄存器	a. 8 位选项卡 “Forward Single-bit” 部分 b. 8-bit 选项卡 “Forward Multi-bit” 部分 c. 16-bit 选项卡 “Forward Multi-bit” 部分	前进/充电模式 (插头图标) 页面

操作	BQSTUDIO (字段视图)	TI-CHARGER-GUI
3.将输入电流限制更改为小于电源最大电流： a. 使用 EN_EXTILIM 位禁用外部 ILIM_HIZ 引脚钳位 b. 更改 IINDPM 寄存器	a. 8 位选项卡 “Chip Single-bit” 部分 b. 16-bit 选项卡 “Forward Multi-bit” 部分	a. “Quick Start” 或 “Forward/Charging Mode” 页面 b. “Quick Start” 或 “Forward/Charging Mode” 页面
4.使用 EN_CHG 位启用充电 — 默认情况下启用充电，并且/CE 引脚会覆盖 CE 位	8 位选项卡 “Chip Single-bit” 部分	“Quick Start” 或 “Chip” 配置页面或 “Forward/Charging Mode” 页面

3. 对于反向/OTG 模式：

操作	BQSTUDIO (字段视图)	TI-CHARGER-GUI
1.禁用看门狗计时器以防止寄存器在计时器到期时恢复为默认值	8 位选项卡 “Chip Multi-bit” 部分	快速启动 (火箭图标) 页面或芯片配置 (IC 图标) 页面
2.更改 VIN_REV 调节电压	16 位选项卡反向多位段	反向/备份/OTG 配置页面 (照明螺栓图标)
3.要禁用 ILIM_HIZ 电阻器钳位并将 IIN_REV 设置成低于默认 3.3A a. 通过设置 EN_EXTILIM=0 禁用外部 ILIM_HIZ 引脚夹 b. 更改 IIN_REV 寄存器	a. 8 位选项卡 “Chip Single-bit” 部分 b. 16 位选项卡反向多位段	反向/备份/OTG 配置页面
4.启用反向模式方式 a. 通过设置 EN_BAT_DETECT=0 首次禁用电池检测 b. 然后设置 EN_REV = 1	8 位选项卡 “Chip Single-bit” 部分	芯片配置页面或反向/备份/OTG 配置页面

4. 状态及故障标志显示在 BQSTUDIO 的 8 位选项卡上的 Flag 和 Status Single-bit 部分以及 TI-CHARGER-GUI 的 Chip Status 和 Faults 页面 (钟形图标) 上。

3.2.3 正向/充电/灌电流模式验证

按照以下步骤使用每个 ILIM_HIZ、CELLS、VCHG 和 ICHG 引脚电阻器的 EVM 默认设置进行正向/充电模式验证：

- 仅对于 **BQ25690EVM REVA**：如果不使用外部热敏电阻，请短接 JP4 的引脚 1-2 以连接 10k Ω 电阻器作为热敏电阻。
- 如果尚未打开 PS #1，则将其打开并设置为 12V。在 EVM 软件中，点击两次 “Read/Read All registers”。验证
 - 所有故障和状态寄存器都没有报告任何故障状况。
 - PG_STAT 报告电源正常
 - CHARGE_STAT 读取快速充电
 - STAT LED 亮起且不闪烁
- 要确认预充电调节，请按如下方式进行 DMM 测量：
 - 测量 \rightarrow V(BAT) (SRN-TP14 和 AGND) = 5V \pm 0.1V。
 - 测量 \rightarrow I(BAT) = 100mA \pm 50mA。
- 要确认电池快速充电电流调节，请将负载 1 增加至 7.6V 并按如下方式进行 DMM 测量：
 - 测量 \rightarrow V(BAT) (BAT-TP13 和 AGND) = 7.6V \pm 0.1V。
 - 测量 \rightarrow I(BAT) = 1A \pm 100mA。
- 要确认输入电流限制操作，请在 EVM 软件中，将 IINDPM 电流降为 500mA，然后进行 DMM 测量 (如果准确，则进行 PS #1 测量)，如下所示：
 - 测量 \rightarrow I(VIN) = 500mA \pm 200mA。

- 验证 IINDPM_STAT 寄存器是否报告 IINDPM 有效

3.2.4 反向/OTG/拉电流模式验证

使用默认 VIN_REV 执行以下步骤进行反向/OTG/拉电流模式验证：

1. 仅对于 **BQ25690EVM REVA**：如果不使用外部热敏电阻，请短接 JP4 的引脚 1-2 以连接 10k Ω 电阻器作为热敏电阻。
2. 将负载 1 (电池模拟器) 设置为 7V 和 2A 的电流限值。

备注

如果从 J3 BAT 连接到 GND 的负载 1 不是四象限电源，则移除负载 1 并更换为 PS #1，其设置为 7V、2A 电流限制。

3. 在 EVM 软件上，确认将反向模式调节电压 VIN_REV 设置为 5000mV，并将反向模式输出电流限制 IIN_REV 从默认 3300mA 下调至 1000mA。
4. 在 EVM 软件中
 - a. 设置 EN_BAT_DETECT = 0
 - b. 设置 EN_REV = 1
5. 将禁用的负载 #2 跨接在 J2 VPWR 和 PGND 之间
6. 将负载 2 设置为 500mA 恒流负载 (或 10 Ω 恒阻负载) 并打开负载。
7. 为确认反向调节，
 - 测量 $\rightarrow V_{BUS} = 5.0V \pm 155mV$
8. 关闭并断开电源。
9. 断开负载 2 的连接。

3.2.5 实用技巧

1. 连接到各种电源、电池和负载的导线和电缆都具有电阻。电流表也具有串联电阻。充电器会根据 VIN 引脚 (使用 VINDPM 功能)、BAT 引脚 (作为正常端接的一部分) 和 TS 引脚 (通过电池热敏电阻的电池温度监控功能) 处检测到的电压，动态减小充电电流。因此，必须使用电压表在尽可能靠近 IC 引脚的位置测量电压，而不要依赖于电源的数字读数。如果电池热敏电阻不可用，请确保模拟 NTC 热敏电阻的 10k Ω 电阻器的分流器就位。
2. 使用可像电池模拟器那样拉出和灌入电流的源表时，TI 强烈建议在 EVM BATTERY 和 GND 连接器处添加一个 ($\geq 1000 \mu F$) 大电容器，以防 BAT 引脚处因为充电器输出和源表输入在各自调节环路带宽内的阻抗不匹配而出现振荡。通过将源表配置用于 4 线检测，便无需单独的电压表来测量 BAT 引脚处的电压。采用 4 线检测时，应始终确保正确连接检测导线，以防电源线上意外出现过压。
3. 为了精确测量输入和输出电流，尤其是在靠近端接时，与电池或电池模拟器串联的电流表不得设置为自动量程，而需要完全移除。测量充电电流的另一种方法是使用带有霍尔效应电流探针的示波器或通过 BQ2569X/X-Q1EVM 上组装的相关检测电阻上进行差分电压测量。

4 硬件设计文件

4.1 原理图

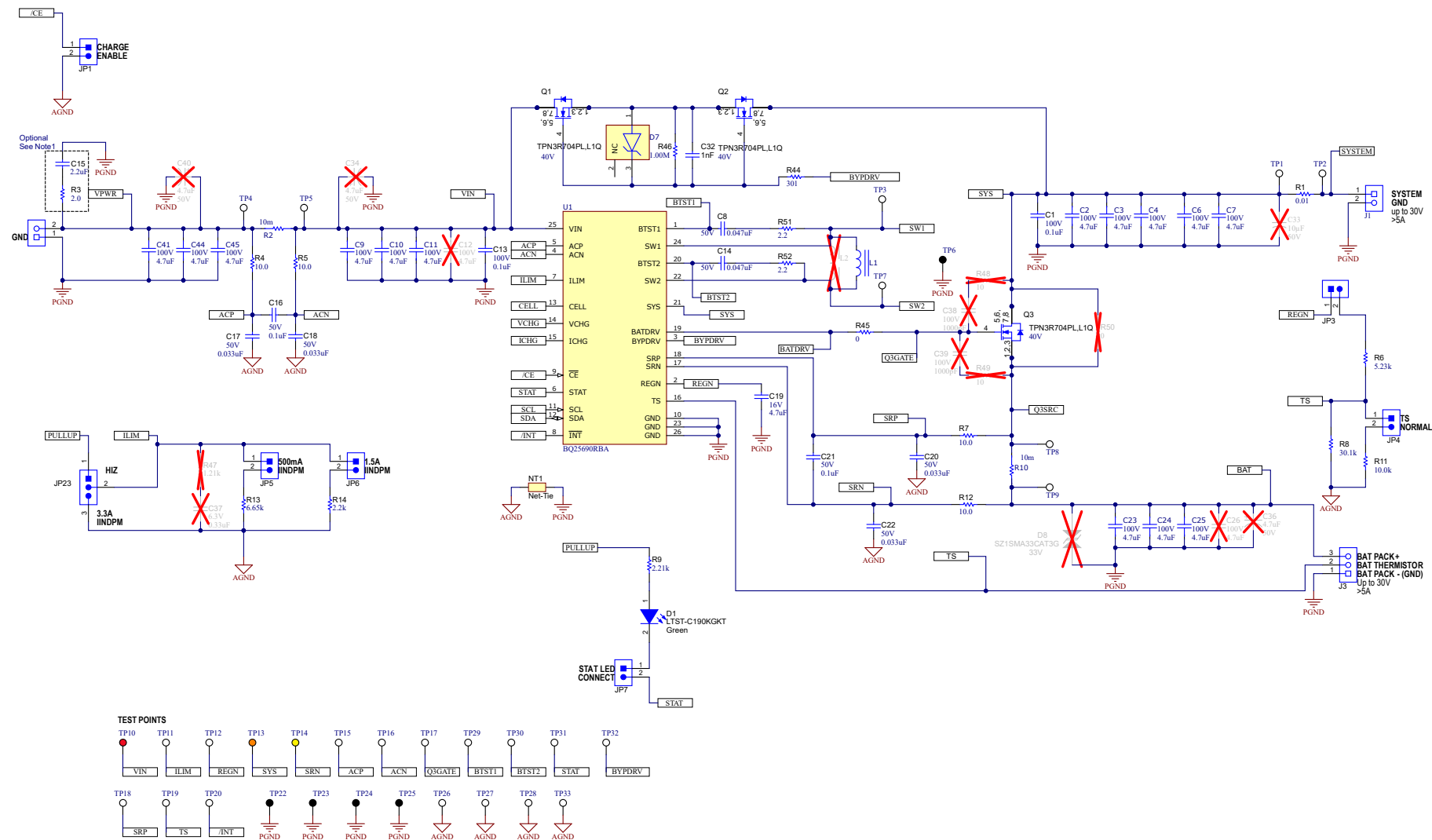


图 4-1. BQ25690EVM BMS083B 原理图第 1 页

Note1 : 仅当在 VIN 上热插拔输入源 > 1/2*40V 绝对最大值 (20V) 时才需要。

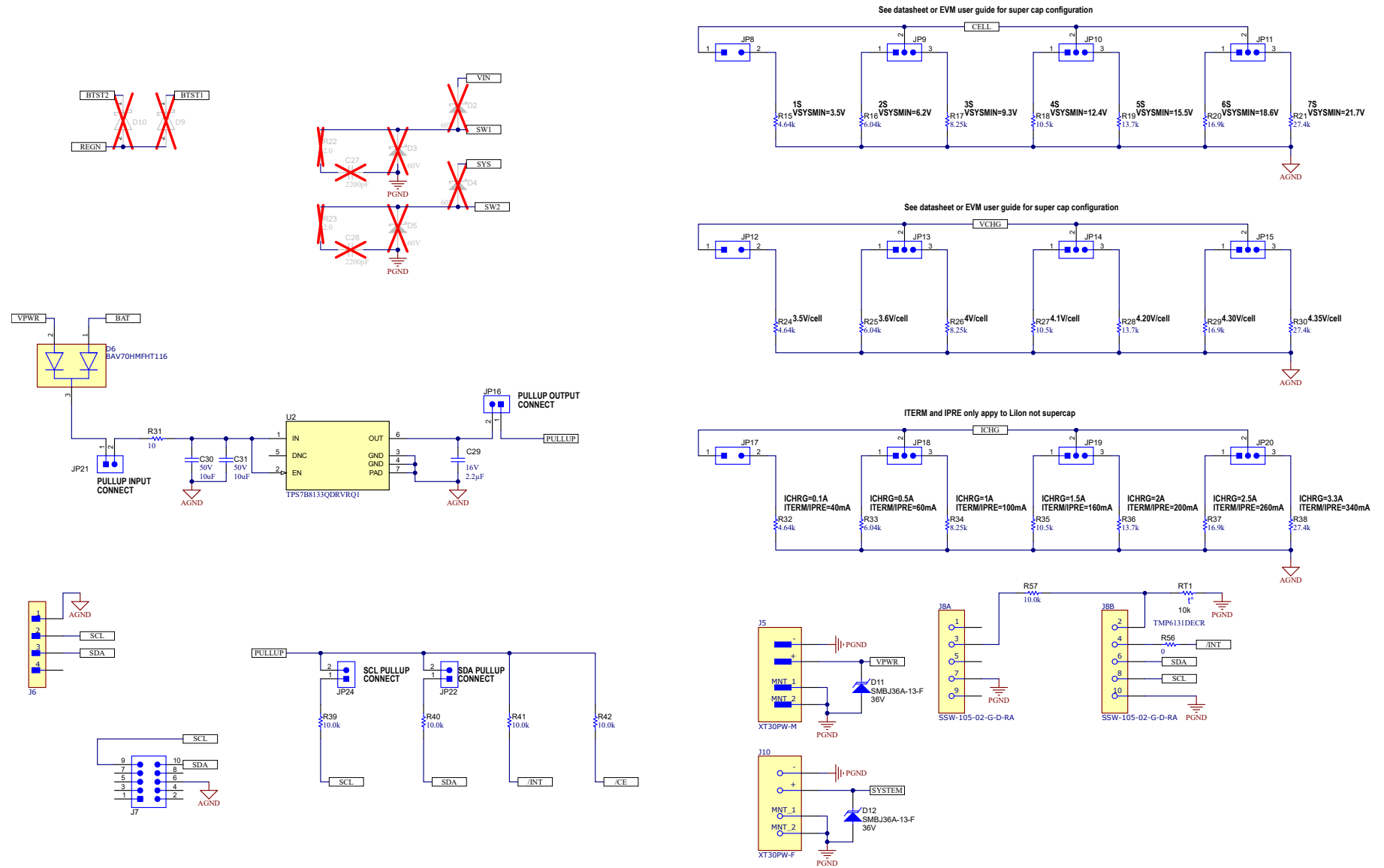


图 4-2. BQ25690EVM BMS083B 原理图第 2 页

4.2 PCB 布局

图 4-3 至图 4-6 展示了 PCB 电路板层。

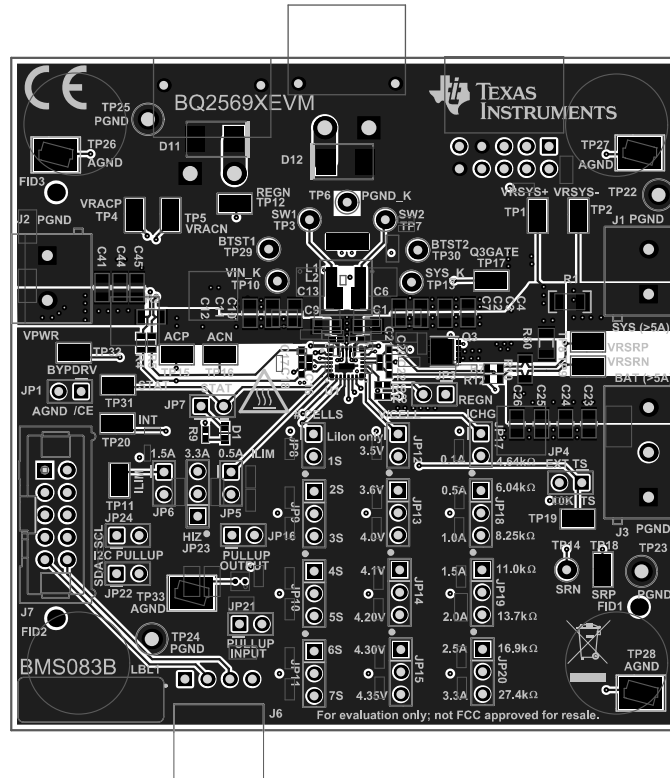


图 4-3. BMS083B 顶视图

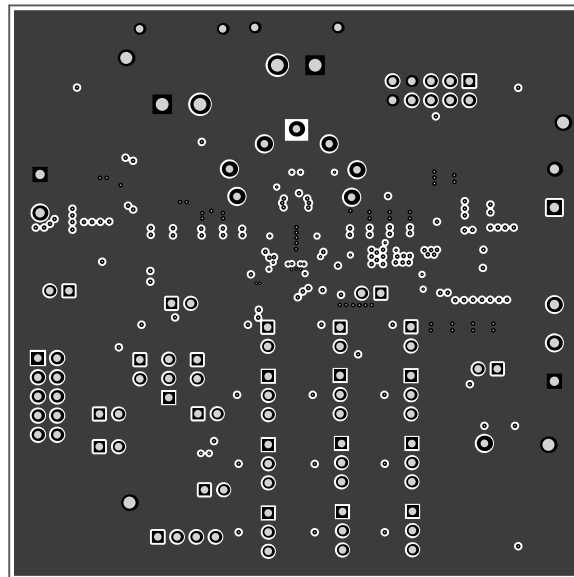


图 4-4. BMS083B 内部 1 层

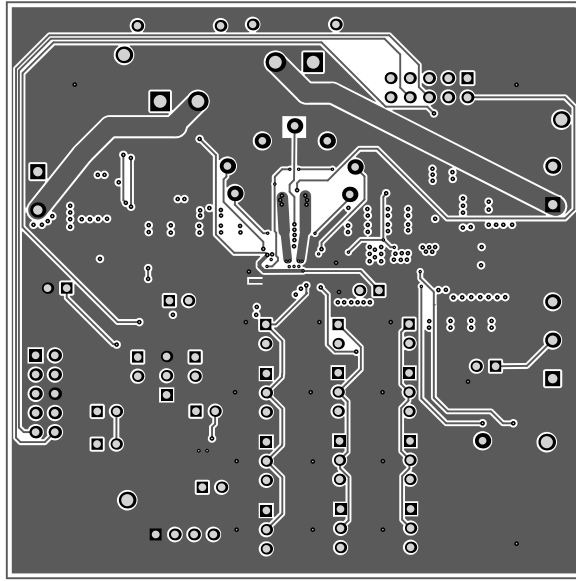


图 4-5. BMS083B 内部 2 层

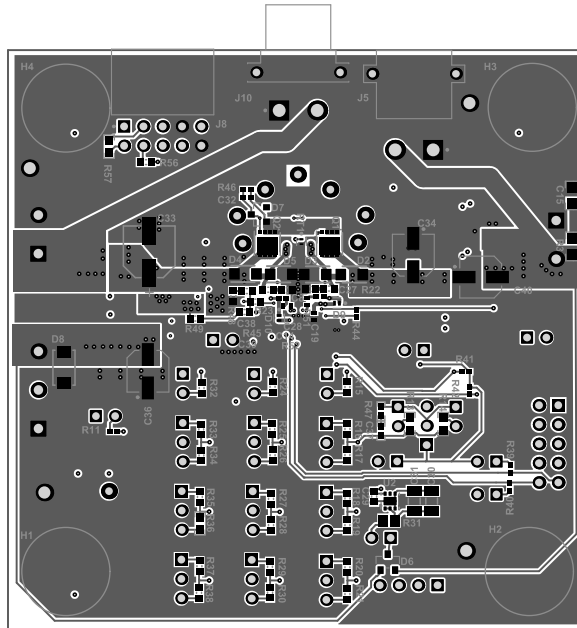


图 4-6. BMS083B 底视图

4.2.1 PCB 布局指南

为了尽可能减少开关损耗，必须尽可能缩短开关节点的上升和下降时间。为了防止电场和磁场辐射以及高频谐振问题，采用合适的元件布局来尽可能简化高频电流路径环路非常重要。请仔细按照以下特定顺序来实现正确的布局：

1. VIN 和 SYS 的高频去耦电容器应尽可能靠近与充电器 IC 位于同一层的各自引脚和接地引脚放置（换句话说，没有通孔），以获得最小的电流返回环路。
2. 将 REGN 电容器接地，并将 BTST 电容接至 SW，两者应尽可能靠近各自的引脚放置。
3. 将电流检测电阻器的高频去耦电容器尽可能靠近各自的引脚放置。从检测电阻到其 IC 的布线应远离电源引脚（VIN、SWx、SYS）。
4. 在上述步骤 1 中将电感器尽可能靠近 SW1 和 SW2 引脚放置。因为过孔只会给本身具有更高电感和 DCR 的电感器增加少量的电感和电阻，所以使用多个过孔来建立这些连接是可以接受的。
5. 虽然此 EVM 具有连接到充电 GND 引脚的模拟接地 (AGND) 和电源接地 (PGND) 平面，但并不需要两个电源平面/覆铜。用于设置敏感节点（例如，ACx、SRx、ILIM_HIZ、TS）的电阻器和电容器可以使用一个公共接地平面，但其接地端子需远离包含开关噪声的大电流接地回路

如需了解建议的元件放置方式以及布线和过孔位置，请参阅 EVM 设计。

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. BQ25690EVM (BMS083B-001) 物料清单 (BOM)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1, C13	2	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 100V, +/-10%, X5R, 0402	0402	GRM155R62A104KE14D	MuRata
C2、C3、C4、C6、C7、C9、C10、C11、C23、C24、C25、C41、C44、C45	14	4.7μF	4.7μF ±10% 100V 陶瓷电容器 X7S 1206 (公制 3216)	1206	GRM31CC72A475KE11L	Murata
C8、C14	2	0.047uF	电容, 陶瓷, 0.047 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 0402	0402	C1005X5R1H473K050BB	TDK
C15	1	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2μF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	0805	C2012X7R1H225K125AC	TDK
C16、C21	2	0.1uF+C38	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	GCM155R71H104KE02D	MuRata
C17、C18、C20、C22	4	0.033uF	电容, 陶瓷, 0.033 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	CGA2B3X7R1H333K050BB	TDK
C19	1	4.7uF	电容, 陶瓷, 4.7uF, 16V, +/-20%, X6T, 0402	0402	GRM155D81C475ME15D	MuRata
C29	1	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2μF, 16V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188Z71C225KE43D	MuRata
C30、C31	2	10uF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	GRT31CR61H106KE01L	MuRata
C32	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-1%, C0G/NP0, 0402	0402	GRM1555C1H102FA01D	MuRata
D1	1	绿色	LED, 绿色, SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190KGKT	Lite-On
D6	1	70V	二极管, 肖特基, 70V, 0.07A, SOT-23	SOT-23	BAS70-05-7-F	Diodes Inc.
D7	1		齐纳二极管, 单个, 15V 5% 30 Ω 300mW, 汽车, 3 引脚, SOT-23 T/R	SOT23	SZBZX84C15LT3G	On Semiconductor
D11、D12	2	36V	二极管, TVS, 单向, 36V, 58.1Vc, SMB	SMB	SMBJ36A-13-F	Diodes Inc.
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J2	2		端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	2x1 5.08mm 端子块	ED120/2DS	On-Shore Technology
J3	1		端子块, 5.08mm, 3x1, 黄铜, TH	3x1 5.08mm 端子块	ED120/3DS	On-Shore Technology
J5	1		插座, 直流电源, XT30, 公头, 引脚: 2, 在 PCB 上, THT, 黄色, 15A, 500V	CONN_PLUG2	XT30PW-M	Amass
J6	1		连接器接头, 穿孔, 直角, 4 位, 0.100" (2.54mm)	HDR4	22053041	Molex

表 4-1. BQ25690EVM (BMS083B-001) 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
J7	1		接头 (有罩), 100mil, 5x2, 高温, 镀金, TH	5x2 有罩接头	N2510-6002-RB	3M
J8	1		10 位置插座连接器 0.100" (2.54mm) 穿孔, 直角镀金	HDR10	SSW-105-02-G-D-RA	Samtec
J10	1		插座, 直流电源, XT30, 母头, 引脚: 2, 在 PCB 上, THT, 黄色, 15A	CONN_SOCKET_DC2	XT30PW-F	Amass
JP1、JP3、JP4、JP5、JP6、JP7、JP8、JP12、JP16、JP17、JP21、JP22、JP24	13		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions
JP9、JP10、JP11、JP13、JP14、JP15、JP18、JP19、JP20、JP23	10		接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	10uH	10uH 屏蔽鼓芯, 绕线电感器, 5A, 最大 43mΩ, 非标准	SMT_IND_6MM0_5MM7	SRP5050FA-100M1	Bourns
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	3	40V	MOSFET, N 沟道, 40V, 80A, 3.1x3.1mm	3.1x3.1mm	TPN3R704PL、L1Q	Toshiba
R1	1	0.01	电阻, 0.01, 1%, 1W, 1206	1206	WSLP1206R0100FEA	Vishay-Dale
R2、R10	2	10m	10mΩ, ±1%, 1W, 片上电阻 1206 (公制 3216), 抗硫化, 汽车级 AEC-Q200, 电流检测, 可承受脉冲, 防潮金属元件	1206	WSLP1206R0100FEB	Vishay Dale
R3	1	2	电阻, 2.0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	ERJ-6GEYJ2R0V	Panasonic
R4、R5、R7、R12	4	10	电阻, 10.0, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310R0FKEAHP	Vishay-Dale
R6	1	5.23k	电阻, 5.23k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04025K23FKED	Vishay-Dale
R8	1	30.1k	电阻, 30.1k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040230K1FKED	Vishay-Dale
R9	1	2.21k	电阻, 2.21k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04022K21FKED	Vishay-Dale
R11、R39、R40、R41、R42	5	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K0FKED	Vishay-Dale
R13	1	6.65k	电阻, 6.65k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06036K65FKEA	Vishay-Dale

表 4-1. BQ25690EVM (BMS083B-001) 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R14	1	2.2k	电阻, 2.2k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW06032K20JNEA	Vishay-Dale
R15、R24、R32	3	4.64k	电阻, 4.64k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW06034K64FKEA	Vishay-Dale
R16、R25、R33	3	6.04k	电阻, 6.04k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW06036K04FKEA	Vishay-Dale
R17、R26、R34	3	8.25k	电阻, 8.25k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW06038K25FKEA	Vishay-Dale
R18、R27、R35	3	10.5k	电阻, 10.5k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW060310K5FKEA	Vishay-Dale
R19、R28、R36	3	13.7k	电阻, 13.7k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW060313K7FKEA	Vishay-Dale
R20、R29、R37	3	16.9k	电阻, 16.9k, 0.5%, 0.1W, 0603	0603	RT0603DRE0716K9L	Yageo America
R21、R30、R38	3	27.4k	电阻, 27.4k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW060327K4FKEA	Vishay-Dale
R31	1	10	电阻, 10, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0级, 0805	0805	CRCW080510R0JNEA	Vishay-Dale
R44	1	301	电阻, 301, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	0402	CRCW0402301RFKED	Vishay-Dale
R45、R56	2	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R46	1	1.00Meg	电阻, 1.00M, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	0402	CRCW04021M00FKED	Vishay-Dale
R51、R52	2	2.2	电阻, 2.2, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	0402	CRCW04022R20JNED	Vishay-Dale
R57	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0710KL	Yageo
RT1	1	10k	具有 0402 和 0603 封装选项、容差为 ±1% 的 10kΩ 线性热敏电阻, 2-X1SON, -40°C 到 125°C	X1SON	TMP6131DECR	德州仪器 (TI)
SH-JP1、SH-JP3、SH-JP4、SH-JP6、SH-JP7、SH-JP9、SH-JP14、SH-JP16、SH-JP18、SH-JP21	10	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec

表 4-1. BQ25690EVM (BMS083B-001) 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
TP1、TP2、TP4、TP5、TP8、TP9、TP11、TP12、TP15、TP16、TP17、TP18、TP19、TP20、TP31、TP32	16		测试点, 微型, SMT	Testpoint_Keystone_Miniature	5015	Keystone Electronics
TP3、TP7、TP29、TP30	4		测试点, 微型, 白色, TH	白色微型测试点	5002	KeyStone Electronics , Keystone
TP6	1		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone Electronics
TP10	1		测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000	Keystone Electronics
TP13	1		测试点, 微型, 橙色, TH	橙色微型测试点	5003	Keystone Electronics
TP14	1		测试点, 微型, 黄色, TH	黄色微型测试点	5004	Keystone Electronics
TP22、TP23、TP24、TP25	4		测试点, 多用途, 黑色, TH	黑色通用测试点	5011	Keystone Electronics
TP26、TP27、TP28、TP33	4		测试点, 紧凑型, SMT	Testpoint_Keystone_Compact	5016	Keystone Electronics
U1	1		独立/I2C 控制、1-7 节锂离子电池、3A 降压/升压双向电池充电器, 具备旁路模式和 USB PD3.0 OTG 输出功能	WQFN-HR26	BQ25690RBA	德州仪器 (TI)
U2	1		汽车类、150mA、高电压、超低 IQ 低压降 (LDO) 线性稳压器, DRV0006A (WSON-6)	DRV0006A	TPS7B8133QDRVRQ1	德州仪器 (TI)

5 其他信息

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

6 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (December 2025) to Revision B (March 2026)	Page
• 更新了“说明”部分.....	1
• 替换为最新 REVB PCB 图像.....	1
• 阐明了 REVA 和 REVB PCB 之间 JP4 和 JP24 的差异.....	3
• 更新了 R6、R8、R18、R27、R35 的值以及 J5、J10 连接.....	12
• 添加了注释 1.....	12
• 更新了 J5、J10 连接和布线.....	14
• 更新了 R6、R8、R18、R27、R35、J5、J10.....	17

Changes from Revision * (September 2025) to Revision A (December 2025)	Page
• 添加了使用 TI-CHARGER-GUI 及 USB2ANY 盒的选项.....	1
• 将硬件设计文件从 REVE-2 更新为最终 REVB.....	12

STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
 - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
 - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
 - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
 - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
 - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

WARNING

Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.

User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.

NOTE:

EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.

3 Regulatory Notices:

3.1 United States

3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

FCC NOTICE: This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

3.2 Canada

3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/llds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないものご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。日本テキサス・イ

ンスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see http://www.tij.co.jp/llds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。 <https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

-
4. *EVM Use Restrictions and Warnings:*
 - 4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.
 - 4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.
 - 4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*
 - 4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.
 - 4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.
 - 4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.
 5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.
 6. *Disclaimers:*
 - 6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.
 - 6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.
 7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.
-

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

重要通知和免责声明

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月