

## EVM User's Guide: BQ41Z90

## BQ41Z90 锂离子电池包管理器评估模块

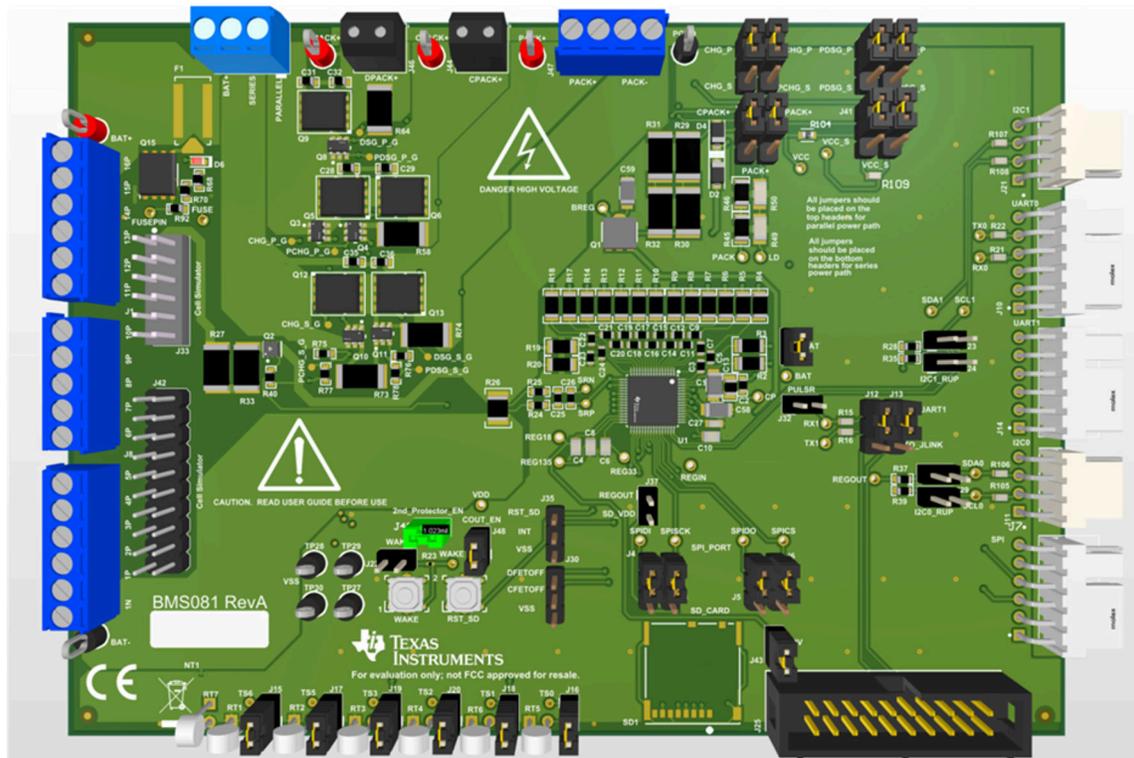


## 说明

BQ41Z90EVM 是用于评估 BQ41Z90 电量监测计功能的完整系统。此电量监测计适用于由多节电池系统（最多可由 16 节电芯串联）供电的应用。该评估模块 (EVM) 包括一个 BQ41Z90 电路模块、一个电流检测电阻器和六个热敏电阻。此评估模块 (EVM) 是适用于 BQ41Z90 电池管理系统的完整评估系统。

## 特性

- 适用于 BQ41Z90EVM 锂离子电池包管理器评估模块和 BQ77216 独立过压保护 IC 的完整评估系统
- 已组装的电路模块，便于快速设置
- 通过软件记录数据，便于进行系统分析



## 备注

此 EVM 用于基本产品功能评估，并不反映器件的全部性能，也不是为了在生产周期中使用而设计。

## 1 评估模块概述

### 1.1 引言

该 EVM 包含一个 BQ41Z90 和 BQ77216 电路模块，可连接基于 Microsoft® Windows® 的 PC 软件。该电路模块包含一个 BQ41Z90 集成电路、一个 BQ77216 以及所有其他必需的板载元件（用于监控和预测容量、执行电芯均衡、监控关键参数、防止 3 至 16 节串联锂离子或锂聚合物电池包中出现过充、过放电、短路和过流）。该电路模块直接与电池中的各电芯相连。借助 EV2400 接口板和软件，用户可以读取 BQ41Z90 数据寄存器、对适用于不同数据包配置的芯片组进行编程、记录循环数据以便进一步评估，并对该设计在不同充电和放电条件下的整体功能进行评估。

### 1.2 套件内容

- BQ41Z90 和 BQ77216 电路模块
- 用于连接 EVM 与 EV2400 通信接口适配器的电缆

### 1.3 规格

本节总结了 BQ41Z90EVM 和 BQ77216EVM 的性能规格。

表 1-1. BQ41Z90 和 BQ77216 电路模块性能规格汇总

规格	最小值	典型值	最大值	单位
Pack+ 至 Pack- 的输入电压	4.9	20	85	V
充电和放电电流	0	2	10	A

### 1.4 器件信息

有关完整的订购信息，请参阅位于 [www.ti.com](http://www.ti.com) 的产品页面。

表 1-2. 订购信息

EVM 器件型号	化学成分	配置	容量
BQ41Z90EVM	锂离子电池	3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 或 16 节电芯	不限

有关器件固件和硬件的信息，请参阅 [www.ti.com](http://www.ti.com) 上的 [BQ41Z90 具有 Dynamic Z-Track™ 的 2 节、3 节和 4 节串联锂离子电池包管理器](#) 数据表和 [BQ41Z90 技术参考手册](#)。

#### 1.4.1 准备工作

为确保使用 BQ41Z90 EVM 或在其附近工作的任何人的安全，请注意以下警告和注意事项。请遵循所有安全防护措施。

	<b>警告</b>	BQ41Z90EVM 电路模块在运行期间可能会因散热而变烫。切勿接触电路板。请遵守适用于相关实验室的所有适用安全规程。
	<b>警告</b>	BQ41Z90EVM 不属于高电压 EVM，其间隙小于高电压板上通常使用的间隙，并且没有隔离边界。如果在该电路板上施加高电压，则应将所有端子视为具有高电压。将该电路板连接到带电的导线时可能会发生电击。该电路板应由专业人员小心处理。为安全起见，强烈建议使用具有过压和过流保护功能的隔离式测试设备。
	<b>注意</b>	请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。

**小心**

BQ41Z90 的默认设置不会将性能限制为 EVM 的额定值。适当设置所有保护措施并限制电流，以确保安全运行。

**小心**

电路模块的板底上有信号迹线、元件和元件引线。这可能会导致电压、高温表面或尖锐的边缘暴露在外面。操作过程中请勿触摸电路板的底部。

**小心**

电路模块可能会因过热而损坏。为避免损坏，请在评估期间监测温度并根据需要使系统环境冷却。请勿使操作超出规格表中的电流和电压限制。

**小心**

某些电源会因施加外部电压而损坏。如果使用 1 个以上的电源，请检查您的设备要求并根据需要使用阻断二极管或其他隔离技术，以防止设备损坏。

**小心**

EVM 上的通信接口未进行隔离。请确保计算机和 EVM 之间不存在接地电位。此外，请注意计算机以 EVM 的电池电位为基准。

**小心**

必须在端子块上实施用于实现额定电流的连接方式。没有为测试点设置板流额定值。

## 2 BQ41Z90EVM 快速入门指南

本节介绍了使用新 EVM 并将其配置为在实验室环境中运行所需的分步过程。

### 2.1 设置并评估 EVM 时所需的项目

- BQ41Z90 或 BQ77216 电路模块
- EV2400 通信接口适配器
- 用于连接 EVM 与 EV2400 通信接口适配器的电缆
- 用于连接通信接口适配器与计算机的 USB 电缆
- 装有 Windows 7 或更高版本操作系统的计算机
- 访问互联网以下载 Battery Management Studio 软件安装程序。
- 3 至 16 节电池电芯或 1k $\Omega$  电阻分压器。
- 可提供 85V 电压和 2A 电流的直流电源 (最好具有恒流恒压能力)

### 2.2 软件安装

在 [www.ti.com](http://www.ti.com) 上的 BQ41Z90 工具文件夹中找到最新的软件版本。按照以下步骤安装 BQ41Z90 Battery Management Studio 软件：

1. 从 [www.ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上 BQ41Z90EVM 产品文件夹的“开发工具”部分下载并运行 Battery Management Studio 安装程序。有关使用 Battery Management Studio 中工具的详细信息，请参阅 [Battery Management Studio](#)。

### 2.3 EVM 连接

本节将介绍 EVM 的硬件连接。请参阅图 2-1 和图 2-2。

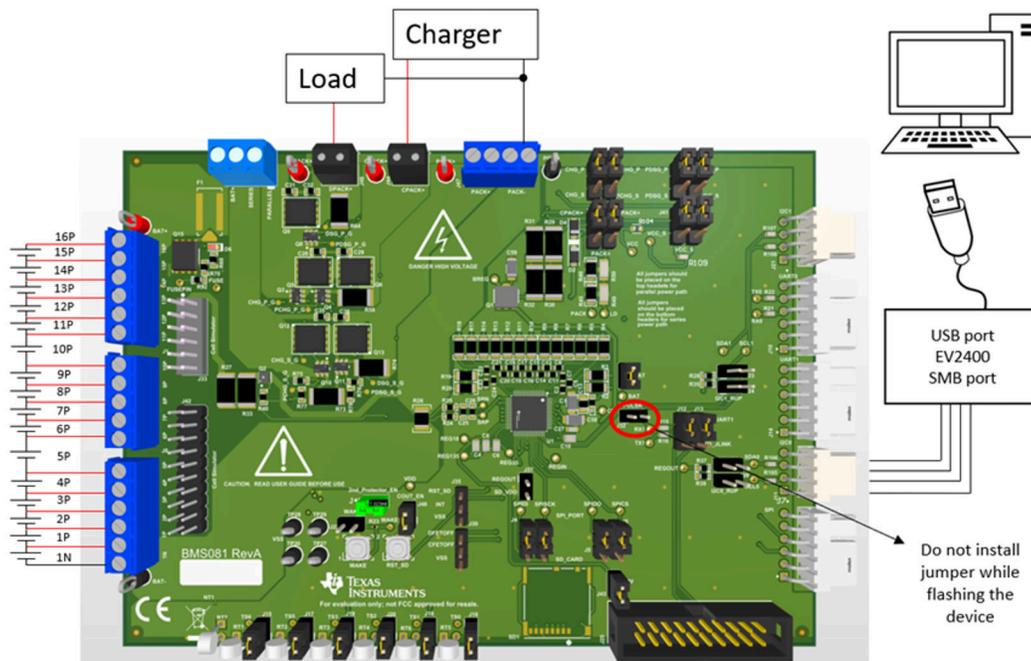


图 2-1. BQ41Z90 电路模块与电芯和系统负载或充电器的连接，并联配置

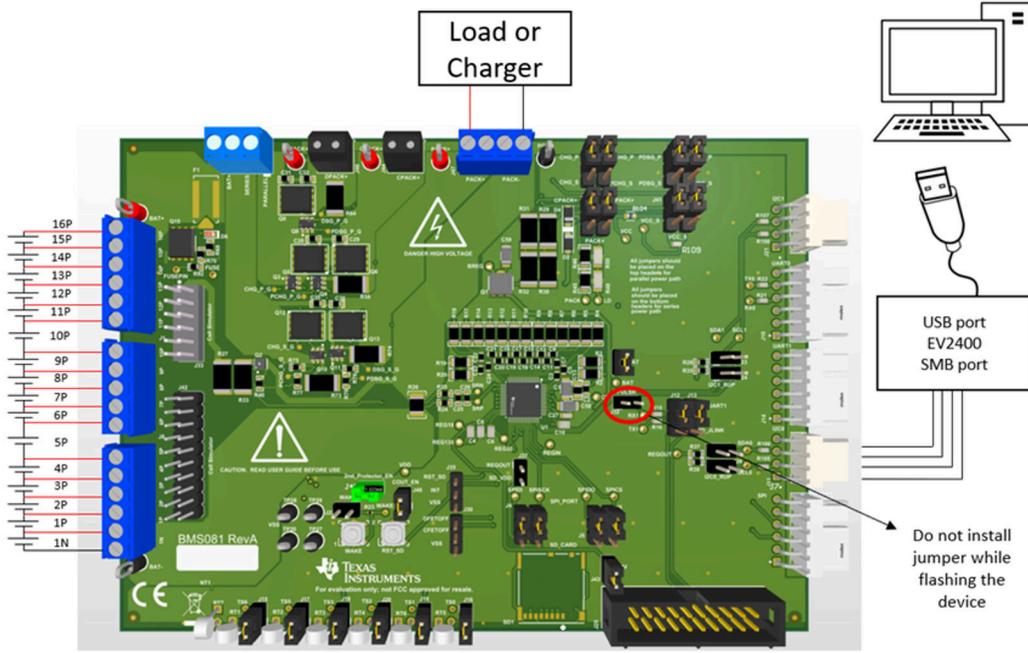


图 2-2. BQ41Z90 电路模块与电芯和系统负载或充电器的连接，串联配置

与电芯直接连接：1N (BAT -)、1P、2P、3P、4P、5P、6P、7P、8P、9P、10P、11P、12P、13P、14P、15P、16P (BAT+)。

如图 2-1 所示，连接电芯。需要采用特定的电芯连接序列，并在未使用的电压检测输入之间短接。请参阅图 2-3。

Number of cells in series	Cell Connections																
	V C 0	V C 1	V C 2	V C 3	V C 4	V C 5	V C 6	V C 7	V C 8	V C 9	V C 1 0	V C 1 1	V C 1 2	V C 1 3	V C 1 4	V C 1 5	V C 1 6
3	Cell1	Cell2	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Cell3							
4	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Cell4
5	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Short	Cell5
6	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Short	Short	Cell5	Short	Short	Short	Short	Short	Cell6
7	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Short	Short	Cell5	Short	Short	Cell6	Short	Short	Cell7
8	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Short	Short	Cell5	Short	Short	Cell6	Cell7	Short	Cell8
9	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Short	Short	Cell5	Short	Cell6	Cell7	Cell8	Short	Cell9
10	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Short	Short	Cell5	Cell6	Cell7	Cell8	Cell9	Short	Cell10
11	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Short	Cell5	Cell6	Cell7	Cell8	Cell9	Cell10	Cell11	Short
12	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Short	Cell4	Cell5	Cell6	Cell7	Cell8	Cell9	Cell10	Cell11	Cell12	Short
13	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Short	Cell4	Cell5	Cell6	Cell7	Cell8	Cell9	Cell10	Cell11	Cell12	Cell13	Short
14	Cell1	Cell2	Short	Short	Cell3	Cell4	Cell5	Cell6	Cell7	Cell8	Cell9	Cell10	Cell11	Cell12	Cell13	Cell14	Short
15	Cell1	Cell2	Short	Cell3	Cell4	Cell5	Cell6	Cell7	Cell8	Cell9	Cell10	Cell11	Cell12	Cell13	Cell14	Cell15	Short
16	Cell1	Cell2	Cell3	Cell4	Cell5	Cell6	Cell7	Cell8	Cell9	Cell10	Cell11	Cell12	Cell13	Cell14	Cell15	Cell16	Short

图 2-3. 电芯连接配置

### 备注

BQ41Z90 需要至少连接 3 节电芯才能正确配置。

可以使用电阻电芯模拟器替代电池电芯。在 J1、J8 和 J9 跳线的各触点间连接电阻。例如，按照图 2-3 中的连接，将电阻器放置在要连接电芯的位置，在其余端子插槽中进行外部短接，直至达到所需的插槽数量。电芯仿真器可通过电源供电。通常将电源设置为“所需电芯电压 x 电芯数”并将地线接至 1N，正极线接至 16P。例如，对于单节电芯电压为 3.6V 的 3 节电芯配置，电源设置为 10.8V (3 × 3.6 = 10.8V)。

### • 通信端口

对于 SMB，将通信接口适配器电缆连接到 J11 以及 EV2400 上的 SMB 端口。

对于 I2C，将通信接口适配器电缆连接到 J21 以及 EV2400 上的 I2C 端口。

- **PACK+ 和 PACK- 之间的系统负载和充电器连接**

对于并联配置，将正极负载线连接到标有 DPACK+ 的 J46 端子块。负载的接地线必须连接到标有 PACK- 的 J47 端子块。将充电器正极导线连接到标有 CPACK+ 的 J44 端子块。充电器的接地线必须连接到标有 PACK- 的 J47 端子块。请参阅图 2-1。

对于串联配置，将正极负载线或充电器线连接到 J47 端子块的 PACK+ 端。将负载或充电器的接地线连接到 J47 端子块的 PACK- 端。请参阅图 2-2。

- **系统状态引脚 (PRES/SHUTDN)**

开始执行充电或放电测试之前，将 J1 端子块上的 PRES/SHUTDN 引脚连接到 PACK-。当 Settings:Configuration:DA Configuration 寄存器中的不可拆卸 (NR) 位设置为 1 时，可将 PRES/SHUTDN 保持开路。要测试睡眠模式，请断开 PRES/SHUTDN 引脚。

- **将器件从关断模式唤醒 (WAKE)**

按下“Wake”按钮开关，将 Bat+ 暂时连接到 Pack+。这会将电压施加到 BQ41Z90 上的 PACK 引脚，从而使稳压器上电并启动初始化序列。

- **参数设置**

默认数据闪存设置会将器件配置为 3 节串联锂离子电芯。用户必须更改 Settings:Configuration:DA Configuration 寄存器，以设置串联电芯节数，从而匹配实际的电池包配置。这样便完成了基本设置。另外，还必须更新其他数据闪存参数，以对电池包的电量监测操作进行微调。如需有关设置这些参数的帮助，请参阅 BQ41Z90 技术参考手册。

### 2.3.1 跳线说明

- **J42 和 J33**

电池仿真器：为所需的串联电芯安装跳线。

例如，在需要 3 节电芯配置时安装跳线。请参阅图 2-4。

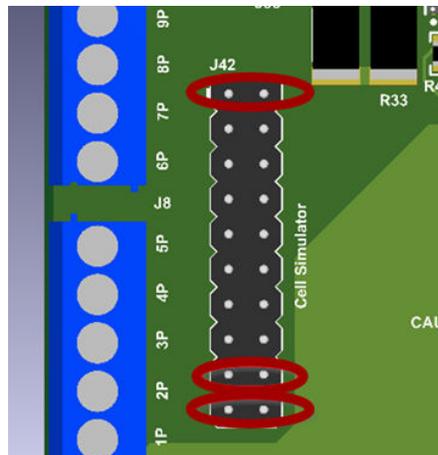


图 2-4. 电芯仿真器跳线连接

- **J15、J17、J19、J20、J18 和 J16**

根据需要为热敏电阻安装这些跳线。

- **J30**

除非用户想要手动关闭 FET，否则 DFETOFF 和 CFETOFF 应保持悬空。

- **J35**

如果安装了 RST\_SD 开关，请勿按住按钮超过 5 秒。此操作会导致器件永久锁定在初始装置。请参阅图 2-5。

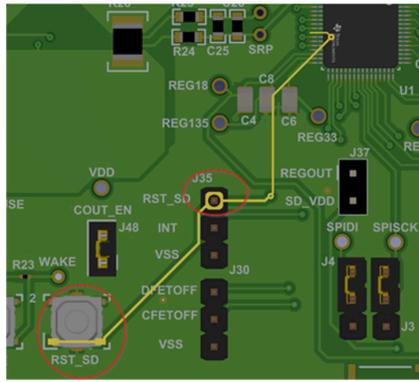


图 2-5. RST\_SD 按钮和跳线

- **J22**

在此处安装跳线意味着器件会不断唤醒，从而阻止进入关断模式。

- **J48**

启用次级保护器 (U14) 的输出。在 BMS081-E1 版本中，未在电路板上安装 U14。

- **J3、J4、J5、J6**

对于 SPI，按如下所示连接跳线。对于 SDK，请在下面的两个跳线中进行连接。请参阅图 2-6。

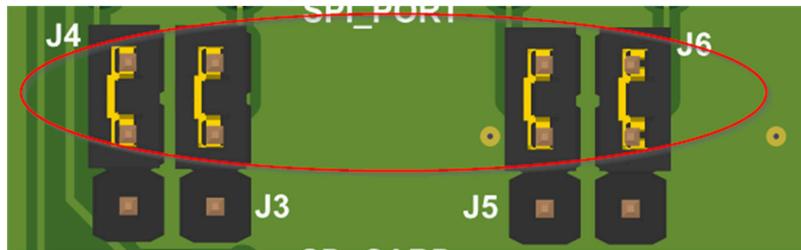


图 2-6. SPI 跳线连接

- **J43**

使用 J-link 时安装跳线。

- **J12 和 J13**

上面两个跳线用于 UART。下面两个跳线用于 J-link。

- **J29、J28、J24、J23**

I2C 上拉。如果使用 EV2400，则不需要这些跳线。EV2400 具有集成上拉电阻。

- **J2**

器件上电所需。使跳线保持已安装。此跳线对于测量功耗很有用。

- **J32**

刷写器件时**请勿**安装此跳线。

- J26、J41、J39、J27、J34、J36、J31

需要使用所有这些跳线来确定串联或并联 FET 配置。请参阅图 2-7 和图 2-8。

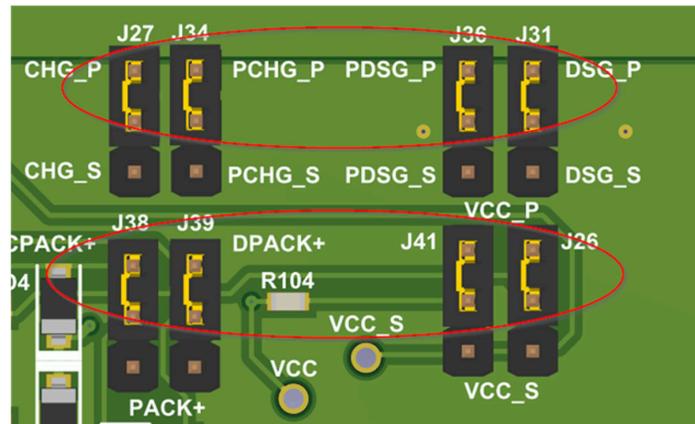


图 2-7. 并联 FET 配置

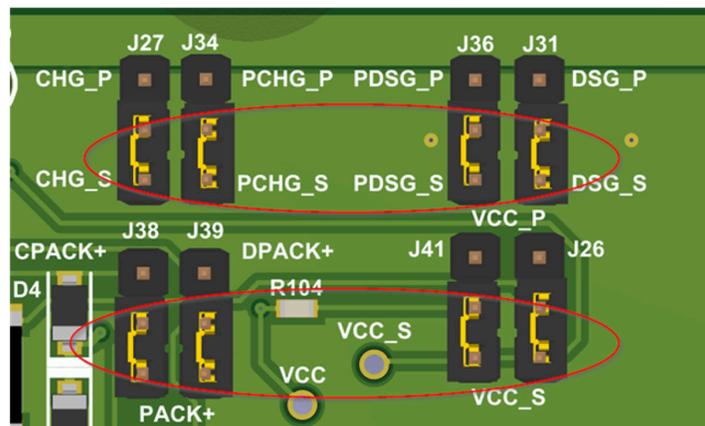


图 2-8. 串联 FET 配置

- J45

用于确定串联或并联 FET 配置。请参阅图 2-9 和图 2-10。

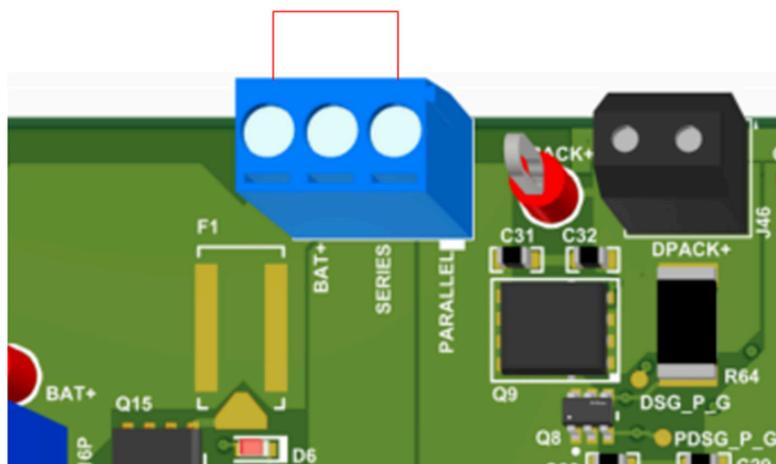


图 2-9. 并联 FET 配置

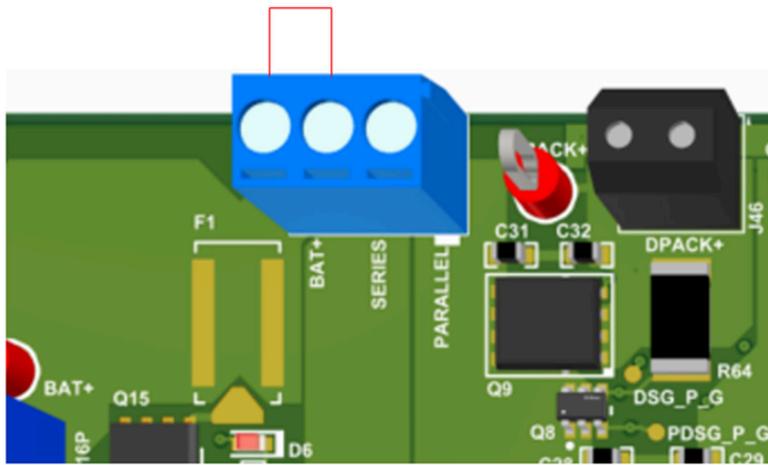


图 2-10. 串联 FET 配置

#### 备注

在电路板版本 BMS081-E1 中，SDK 为 DNP。

## 2.4 更新固件

在初始装置上刷写固件。

1. 下载并安装 BQstudio，BQstudio 在 Computers 目录中显示为 BatteryManagementStudio。
2. 在 BatteryManagementStudio 文件夹内有一个名为“config”的文件夹。将“4190\_0\_01-bq41z90.bqz”文件放在 config 文件夹内。
3. 将通信电缆连接到 EV2400 上的 SMBus 端口和 BQ41z90EVM 上的 J7。需要卸下 J28 和 J29 上的跳线。
4. 启动 BQstudio，不会自动检测器件。通过选择电量监测计，然后选择 4190\_0\_01-bq41z90.bqz 并按下 Finish，强制打开 4190\_0\_01-bq41z90.bqz。此时会出现警告，按“ok”。
5. 转至 BQstudio 上的“Programming”选项卡，选择“bq41z90\_v0\_01\_build\_1.sig.enc.bq.fs”并按“program”。
6. 现已使用 BQ41z90FW 对器件进行编程，下次打开 BQstudio 时，会自动检测到器件。

在 [www.ti.com](http://www.ti.com) 上的相应 BQ41Z90 文件夹中找到最新的固件版本。按照以下步骤安装 BQ41Z90 Battery Management Studio 软件：

1. 通过“Start > Programs > Texas Instruments > Battery Management Studio”菜单序列或 Battery Management Studio 快捷方式运行 Battery Management Studio。
2. 按照“Programming”屏幕中的说明，选择从 [www.ti.com](http://www.ti.com) 下载的固件 .bq.fs 文件，然后点击 Program 按钮。
3. 编程完成后，EVM 便可与最新固件配合使用。

### 3 硬件

#### 3.1 BQ41Z90 生产校准指南

请参阅 [BQ41xxx 生产校准指南](#)。

### 4 软件

#### 4.1 Battery Management Studio

##### 4.1.1 寄存器屏幕

通过“Start > Programs > Texas Instruments > Battery Management Studio”菜单序列或 Battery Management Studio 快捷方式运行 Battery Management Studio。此时将出现“Registers”屏幕（请参阅图 4-1）。

“Registers”部分包含用于监测电量的参数。“Bit Registers”部分提供状态和故障寄存器的位级图。绿色标志表示该位为 0（低电平状态），红色标志表示该位为 1（高电平状态）。点击 **Refresh**（单次扫描）按钮时便会开始显示数据，而点击 **Scan** 按钮时则会连续进行扫描。

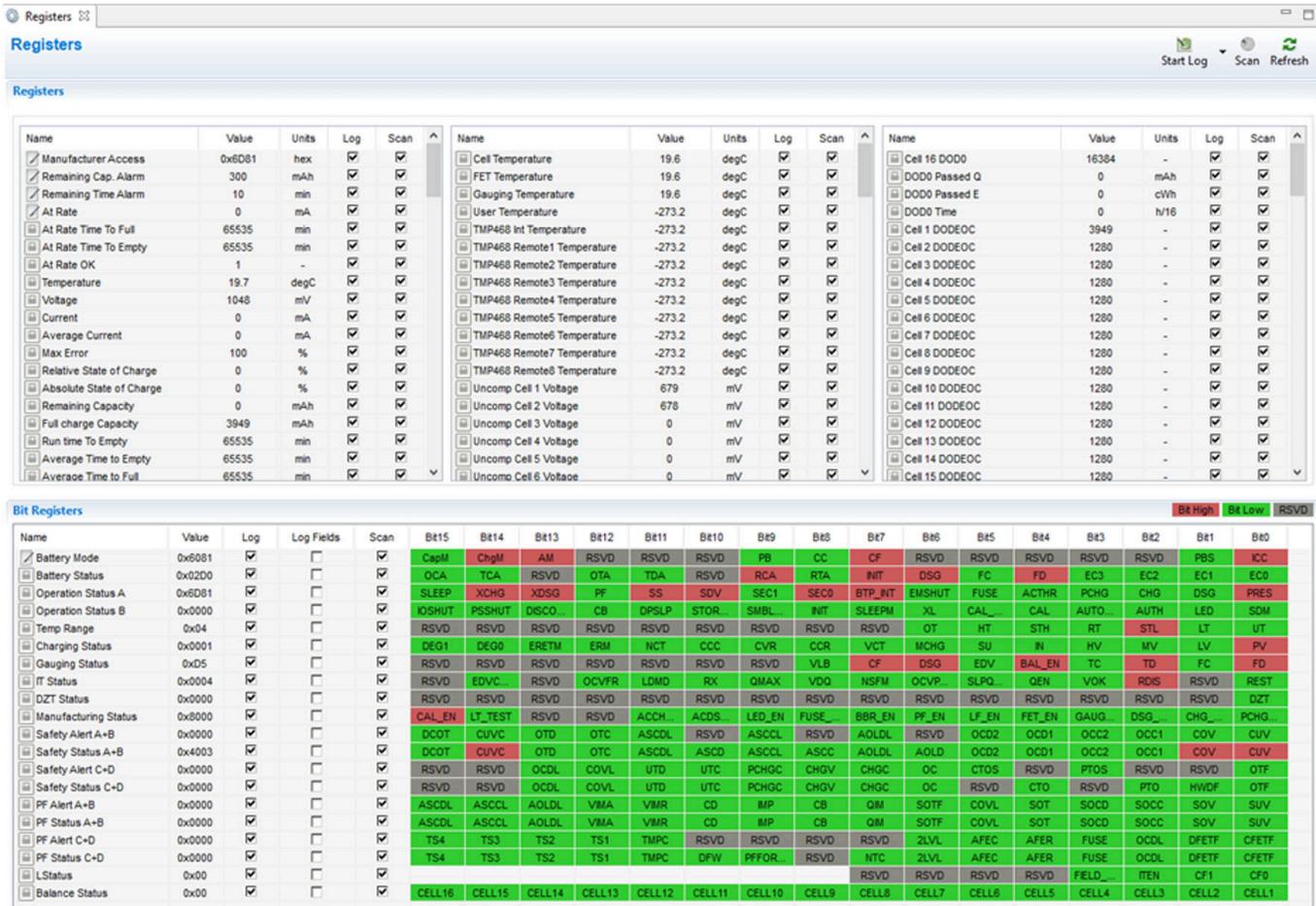


图 4-1. 寄存器屏幕

可使用“Window > Preferences > SBS > Scan Interval >”菜单选项设置连续扫描周期。

Battery Management Studio 程序提供了记录功能，可记录“Log”复选框（位于“Register”部分中每个参数旁边）选择的值。要启用此功能，请选择 **Start Log** 按钮，此时会选中 **Scan** 按钮。停止记录后，**Scan** 按钮仍处于选中状态，需要手动取消选择。

### 4.1.2 设置可编程 BQ41Z90 选项

BQ41Z90 数据闪存已根据 BQ41Z90 TRM 中详细说明确的默认设置进行了配置。确保根据待评估设计的电池包和应用，正确修改相应设置。

#### 备注

正确设置这些选项对于获得最佳性能至关重要。可以在“Data Memory”屏幕（请参阅图 4-2）中配置这些设置。

Name	Value	Unit	Physical Start Add...	Data Length	Row Number	Row Offset	Native Units
<b>Voltage</b>							
Cell Gain	12101	-	0x4000	4	0	0	-
Pack Gain	342150	-	0x4004	4	0	4	-
BAT Gain	342150	-	0x4008	4	0	8	-
<b>Current</b>							
CC Gain	50142	-	0x400c	4	0	12	-
<b>Current Offset</b>							
CC Offset	0	-	0x4014	2	0	20	-
Coulomb Counter Offset Samples	64	-	0x4016	2	0	22	-
Board Offset	0	-	0x4018	2	0	24	-
<b>Temperature</b>							
Internal Temp Offset	0.0	°C	0x401a	2	0	26	0.1°C
External1 Temp Offset	0.0	°C	0x401c	2	0	28	0.1°C
External2 Temp Offset	0.0	°C	0x401e	2	0	30	0.1°C
External3 Temp Offset	0.0	°C	0x4020	2	1	0	0.1°C
External4 Temp Offset	0.0	°C	0x4022	2	1	2	0.1°C
<b>Internal Temp Model</b>							
Int Gain	-19850	-	0x4060	4	3	0	-
Int base offset	6232	-	0x4064	2	3	4	-
Int Minimum AD	0	-	0x4066	2	3	6	-
Int Maximum Temp	5754	0.1 K	0x4068	2	3	8	0.1 K
<b>Cell Temperature Model</b>							
Coeff a1	-11130	-	0x406c	2	3	12	-
Coeff a2	19142	-	0x406e	2	3	14	-
Coeff a3	-19262	-	0x4070	2	3	16	-
Coeff a4	28203	-	0x4072	2	3	18	-
Coeff a5	892	-	0x4074	2	3	20	-
Coeff b1	328	-	0x4076	2	3	22	-
Coeff b2	-605	-	0x4078	2	3	24	-
Coeff b3	-2443	-	0x407a	2	3	26	-
Coeff b4	4696	-	0x407c	2	3	28	-
Rc0	6999	-	0x407e	2	3	30	-
Adc0	6999	-	0x4080	2	4	0	-
Rpad	1	-	0x4082	2	4	2	-
Rint	18000	-	0x4084	2	4	4	-
<b>Fet Temperature Model</b>							
Coeff a1	-11130	-	0x4088	2	4	8	-
Coeff a2	19142	-	0x408a	2	4	10	-
Coeff a3	-19262	-	0x408c	2	4	12	-
Coeff a4	28203	-	0x408e	2	4	14	-
Coeff a5	892	-	0x4090	2	4	16	-
Coeff b1	328	-	0x4092	2	4	18	-
Coeff b2	-605	-	0x4094	2	4	20	-
Coeff b3	-2443	-	0x4096	2	4	22	-
Coeff b4	4696	-	0x4098	2	4	24	-
Rc0	6999	-	0x409a	2	4	26	-

图 4-2. 数据存储寄存器屏幕

### 4.1.3 校准屏幕

必须校准电压、温度和电流以提供良好的监测性能。

按下 *Calibration* 按钮，选择“Advanced Calibration”窗口。请参阅图 4-3。

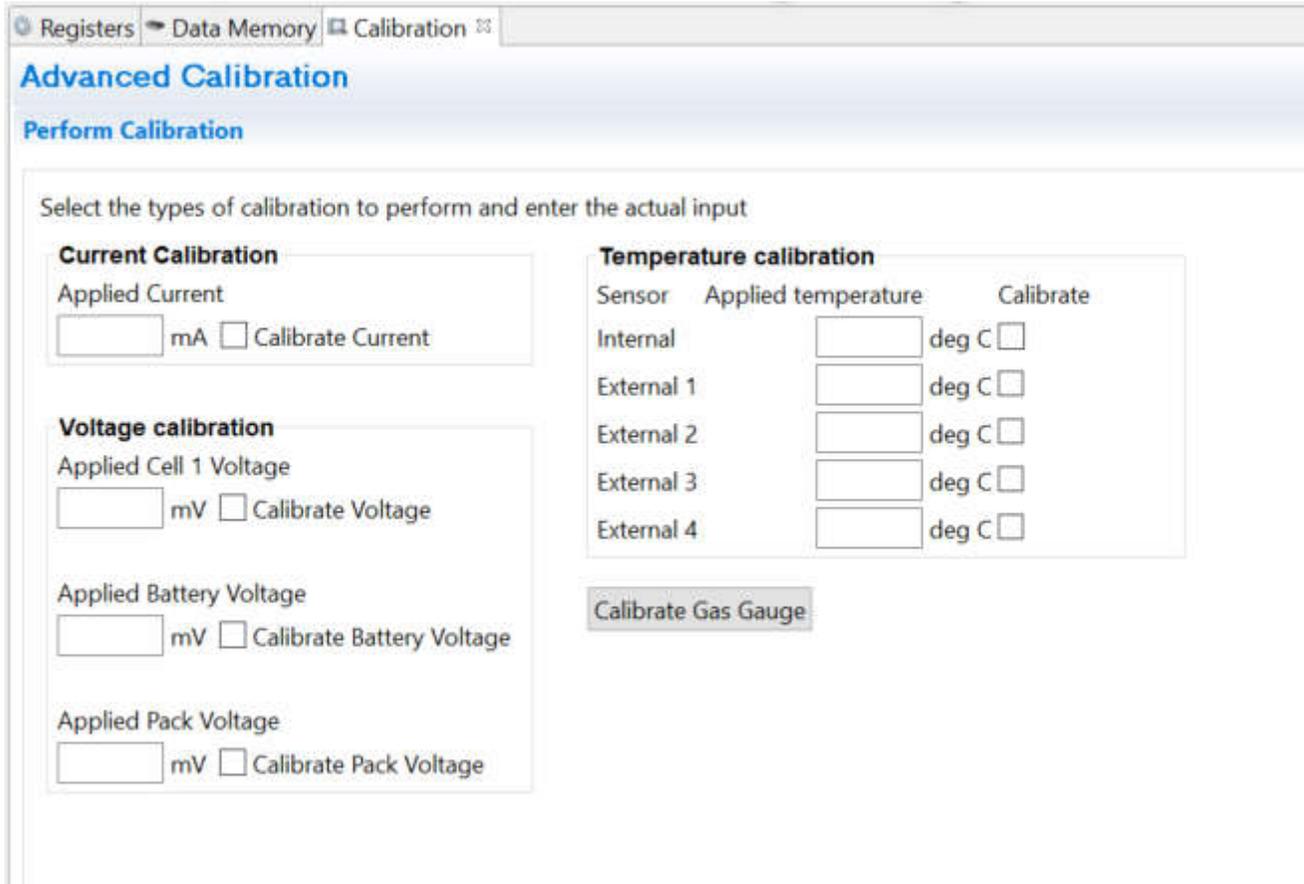


图 4-3. 校准屏幕

#### 4.1.3.1 电压校准

1. 测量 Cell 1 与 1N 之间的电压并将该值输入“Applied Cell 1 Voltage”字段，然后选中“Calibrate Voltage”框。
2. 测量 Bat+ 与 Bat - 之间的电压并将该值输入“Applied Battery Voltage”字段，然后选中“Calibrate Battery Voltage”框。
3. 测量 Pack+ 与 Pack - 之间的电压并将该值输入“Applied Pack Voltage”字段，然后选中“Calibrate Pack Voltage”框。如果电压不存在，则通过在“Register”屏幕上的“Manufacturer Access”寄存器中输入 0x0022 命令来打开充电和放电 FET。
4. 按下 *Calibrate Gas Gauge* 按钮以校准电压测量系统。
5. 完成电压校准后，取消选择“Calibrate Voltage”框。

#### 4.1.3.2 温度校准

1. 在每个“Applied Temperature”字段中输入室温，然后为每个要校准的热敏电阻选中“Calibrate”框。输入的温度值必须以摄氏度为单位。
2. 按下 *校准电量监测计 (Calibrate Gas Gauge)* 按钮以校准温度测量系统。
3. 完成温度校准后，取消选中“Calibrate”框。

#### 4.1.3.3 电流校准

使用 BQ41Z90EVM 时并不需要进行“Board Offset”校准，因此 Battery Management Studio 中不提供“Board Offset”校准选项。

1. 连接并测量来自 1N (-) 和 Pack (+) 的 -2A 电流源，在不使用 FET 的情况下进行校准。（TI 不建议使用 FET 进行校准。）
2. 在“Applied Current”字段中输入 -2000，然后选择“Calibrate Current”框。
3. 按下 **Calibrate Gas Gauge** 按钮以执行校准。
4. 完成电流校准后，取消选择“Calibrate Current”框。

#### 备注

此外，也可以使用 FET 校准电流。测量放电路径中的电流，然后将该值输入“Applied Current”字段。

#### 4.1.4 化学成分屏幕

化学成分文件包含仿真对电池和工作型材建模所用的参数。关键问题是将与电池匹配的化学成分 ID 编程到器件中。可以在 Battery Management Studio 中的“Data Memory”部分查看某些参数。

1. 点击此处下载最新的 Chem Updater：[GASGAUGE CHEM-SW 设计工具 | TI.com](#) 将所有 Chemdat 文件放入 BatteryManagementStudio 文件夹中的 Chemistry 文件夹。
2. 按下 **Chemistry** 按钮，选择“Chemistry”窗口。

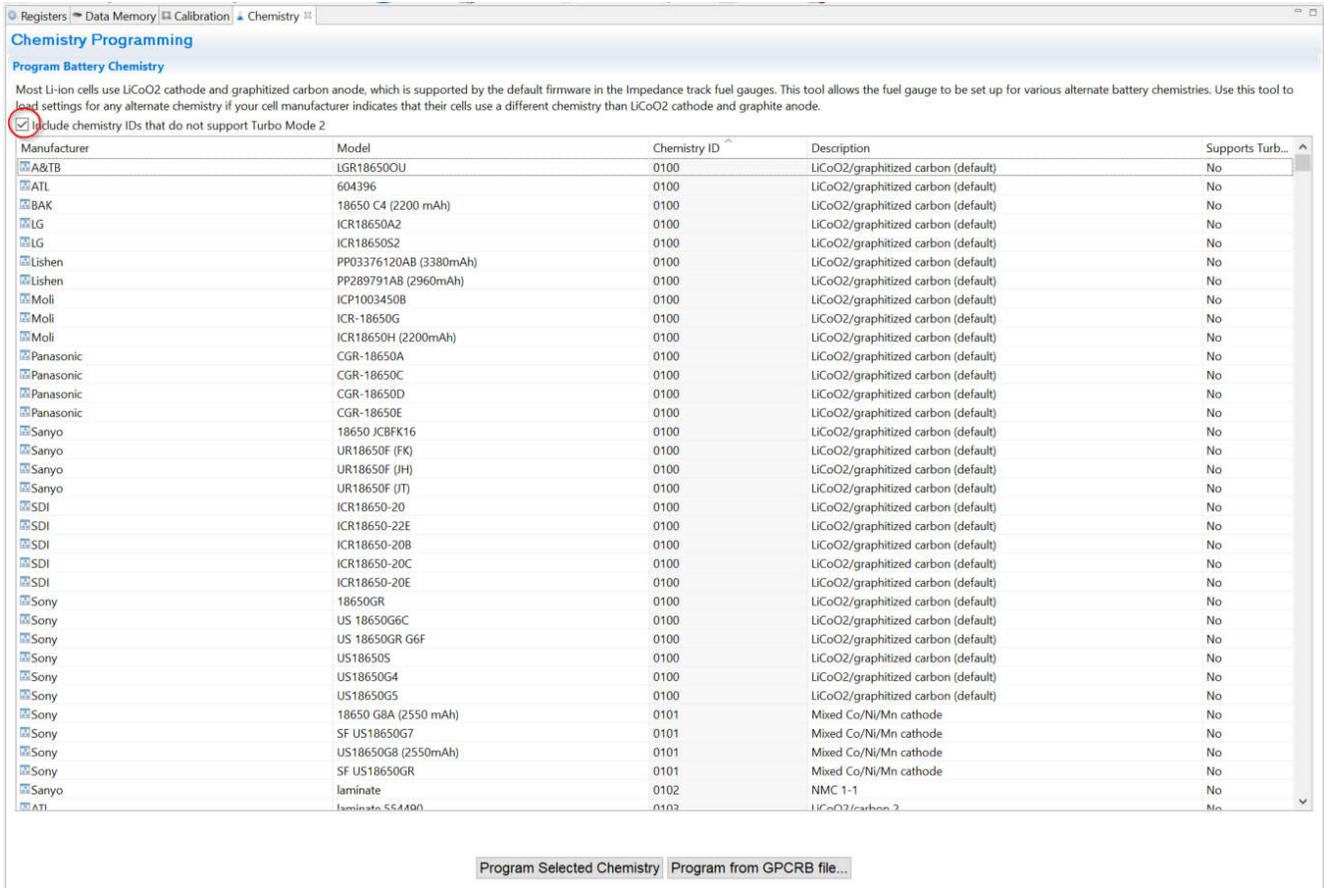


图 4-4. 化学成分屏幕

3. 可点击所需列对表格进行排序，例如：点击“Chemistry ID”列标题。
4. 选择与表格中所用电芯匹配的 ChemID（请参阅图 4-4）。
5. 按下 **Program Selected Chemistry** 按钮以更新器件中的化学成分。

6. 按 *Program from GPCRB file* 按钮，以对从 **GPCRB** 工具（低温优化工具）导出的 Chemdat 文件进行编程。

**备注**

要查找哪些 ChemID 支持 IT-DZT，请联系当地 TI 代表。

**备注**

BQ41Z90 需要新的 ChemID，需要重新创建以前制作的 ChemID。

#### 4.1.5 固件屏幕

按 *Programming* 按钮可以选中“Firmware Programming”窗口。此窗口允许用户导出和导入器件固件。



图 4-5. 编程屏幕

##### 4.1.5.1 对闪存存储器编程

“Programming”屏幕的上方部分用于初始化器件，具体通过将 .bq.fs 文件加载到闪存存储器中来实现（请参阅图 4-5）。

- 使用 *Browse* 按钮搜索 .bq.fs 文件。
- 按下 *Program* 按钮，然后等待下载完成。

##### 4.1.5.2 导出闪存存储器内容

“Programming”屏幕的下方部分用于从器件导出所有闪存存储器内容（请参阅图 4-5）。

1. 在下方的第一个框中，按 *Browse* 按钮并输入 .bq.fs 文件名。这个文件包含经过加密的固件更改和更新。
2. 在 *Path for combined .bq.fs* 中，按 *Browse* 按钮并输入 .bq.fs 文件名，该文件名来自上述名称（例如 filename\_combined），请参阅示例图 4-5。组合的 .fs 文件包含要在生产中上传的加密 FW 和用户特定设置。
3. 在 *Path for encrypted .bq.fs* 中，按 *Browse* 按钮并上传 ti.com 提供的加密 bq.fs 文件。这个加密文件是用户可以从 ti.com 下载默认 .bq.fs。
4. 按 *Read FS from Data Memory*，将闪存存储器内容保存到文件中。等待 BQStudio 屏幕左下角显示 *Operation executed successfully* 消息。

#### 4.1.6 高级命令 SMB 画面

按下 **Advanced Comm SMB** 按钮，选择“Advanced SMB Comm”窗口。凭借该工具，可使用 SMB 和“Manufacturing Access”命令访问参数。请参阅图 4-6。

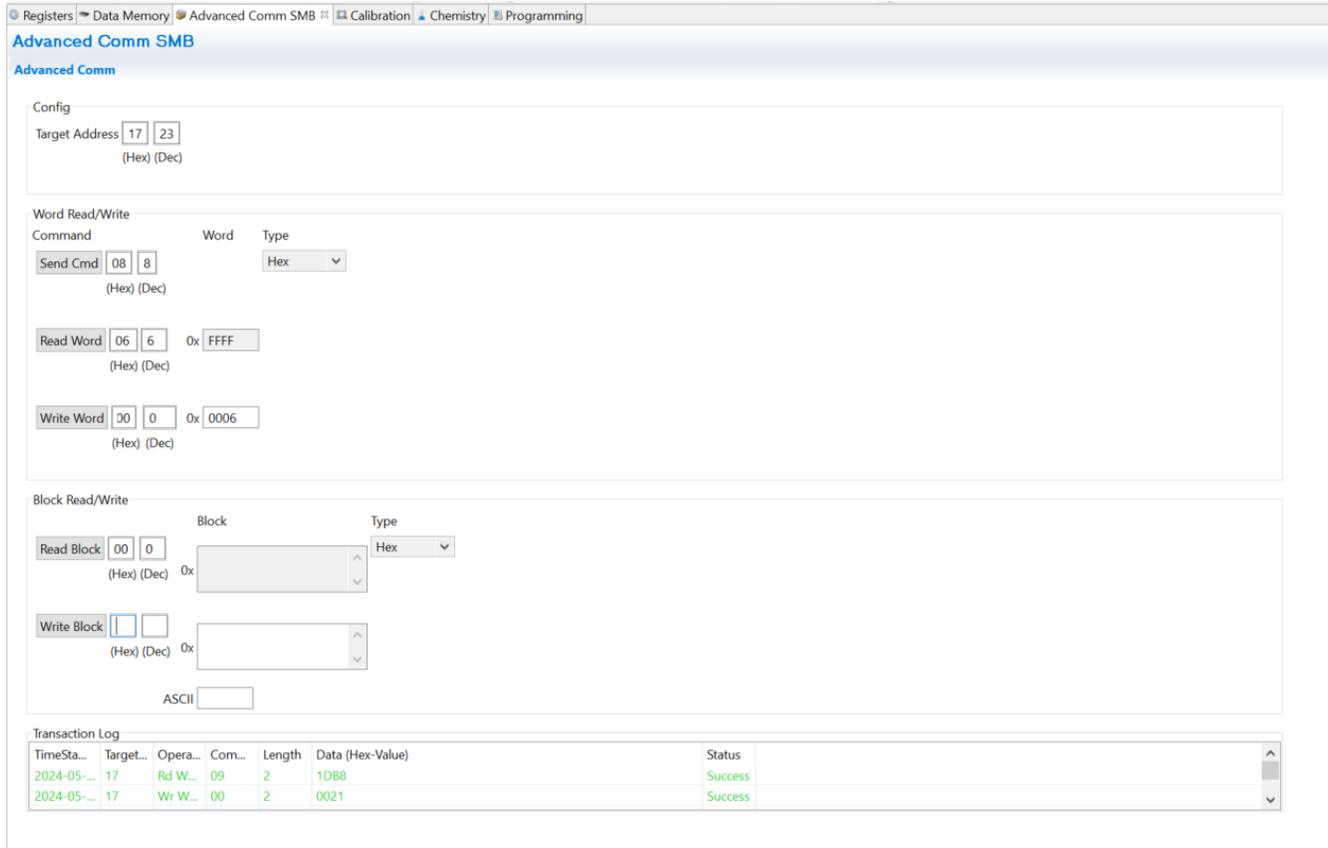


图 4-6. 高级命令 SMB 画面

示例：

读取 SMB 命令。

- 读取 SBData 电压 (0x09)
  - SMBus 读字。命令 = 0x09
  - 字 = 0x3A7B，对应于 14971mV 的十六进制值

发送 MAC Gauging() 以使用 ManufacturerAccess() 启用 IT。

- 在禁用 Impedance Track™ 的情况下，将 Gauging() (0x0021) 发送至 ManufacturerAccess()。
  - SMBus 写字。命令 = 0x00。数据 = 00 21

使用 ManufacturerAccess() 读取 Chemical ID() (0x0006)

- 将 Chemical ID() 发送给 ManufacturerAccess()
  - SMBus 写入块。命令 = 0x44。发送的数据 = 00 06
- 从 ManufacturerData() 读取结果
  - SMBus 读块。命令 = 0x44。读取的数据 = 06 00 10 12
  - 即为 0x1210，chem ID 1210

## 5 硬件设计文件

### 5.1 BQ41Z90EVM 电路模块原理图

本节包含有关修改 EVM 和使用参考设计各种功能的信息。

### 5.2 电路模块物理布局

本节包含 BQ41Z90 和 BQ77216 电路模块的印刷电路板 (PCB) 布局、装配图和原理图。

#### 5.2.1 电路板布局布线

本节显示了 BQ41Z90 模块的尺寸、PCB 层和装配图。

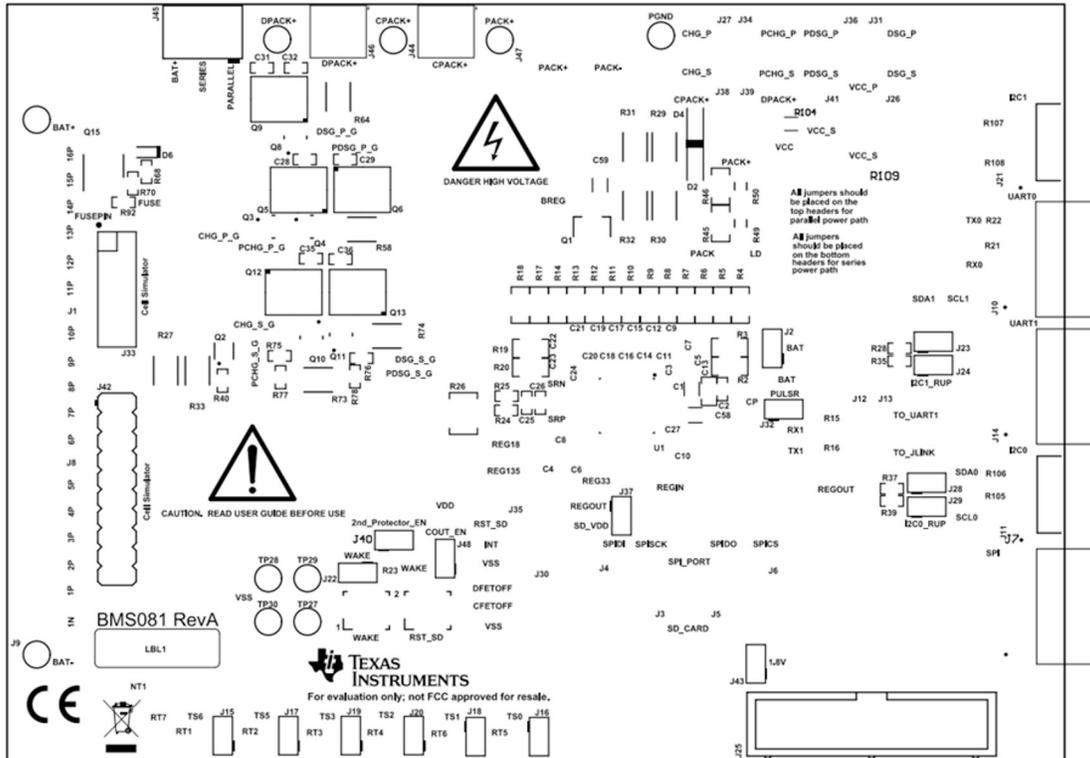


图 5-1. 顶部丝网印刷层

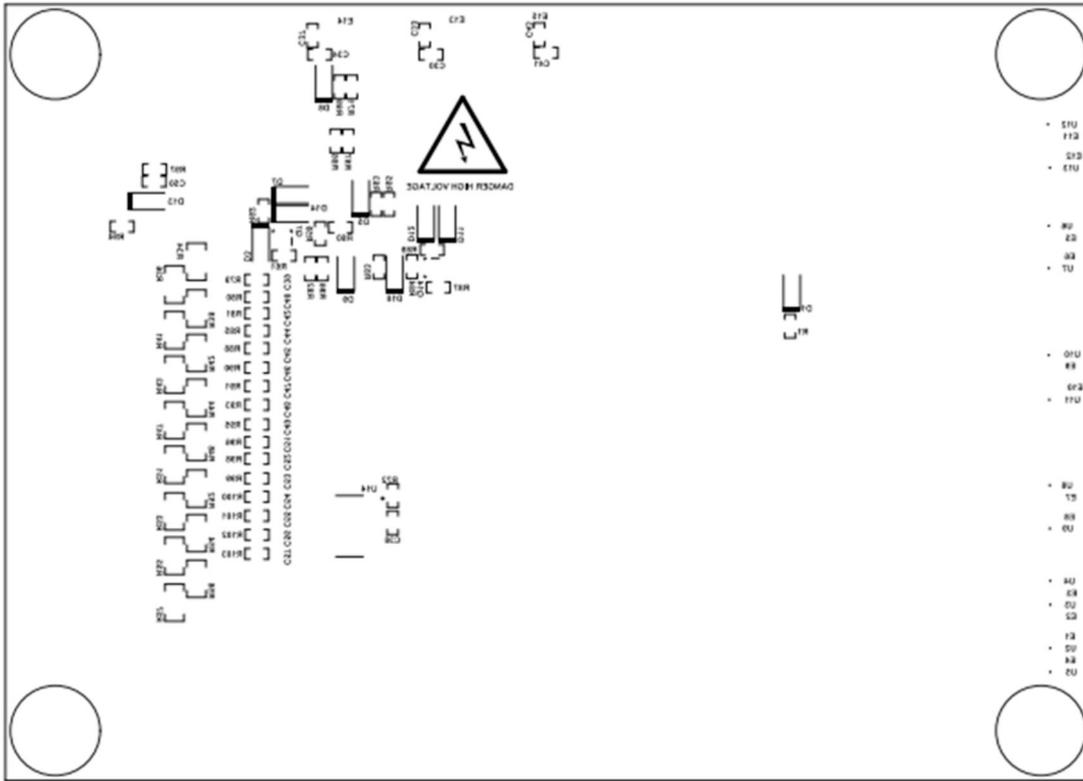


图 5-2. 底部丝网印刷层



图 5-3. 顶层装配图

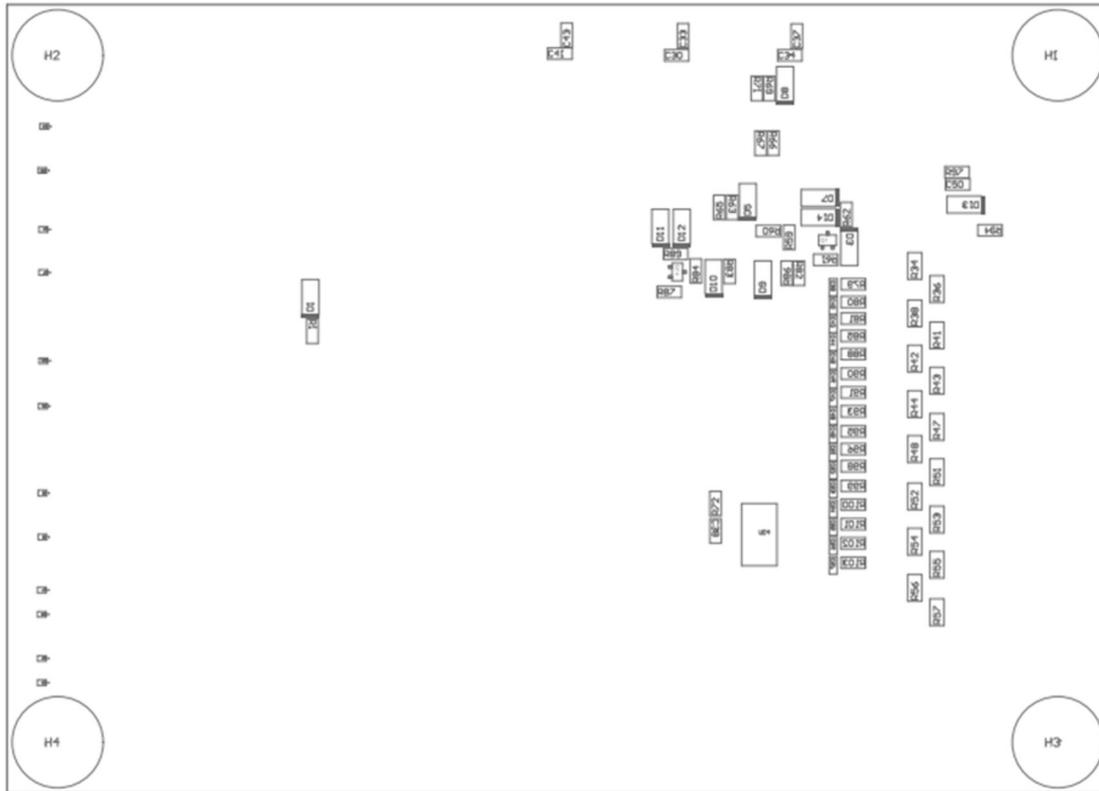


图 5-4. 底层装配图

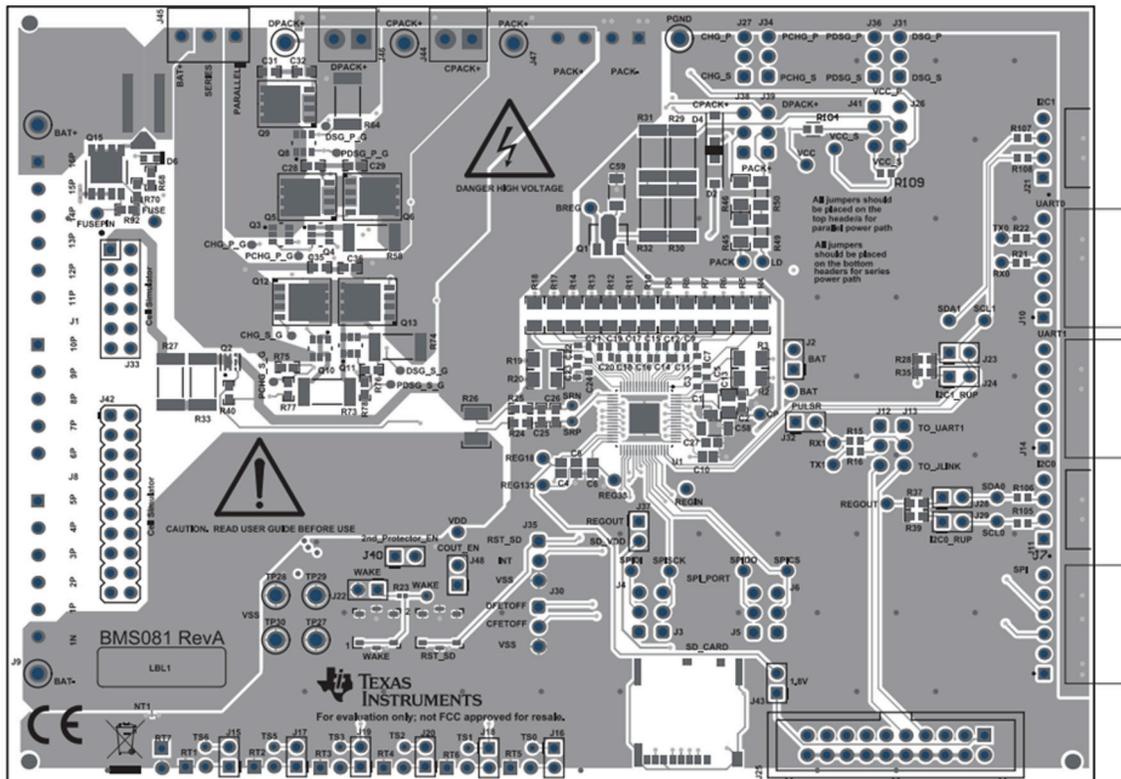


图 5-5. 顶层

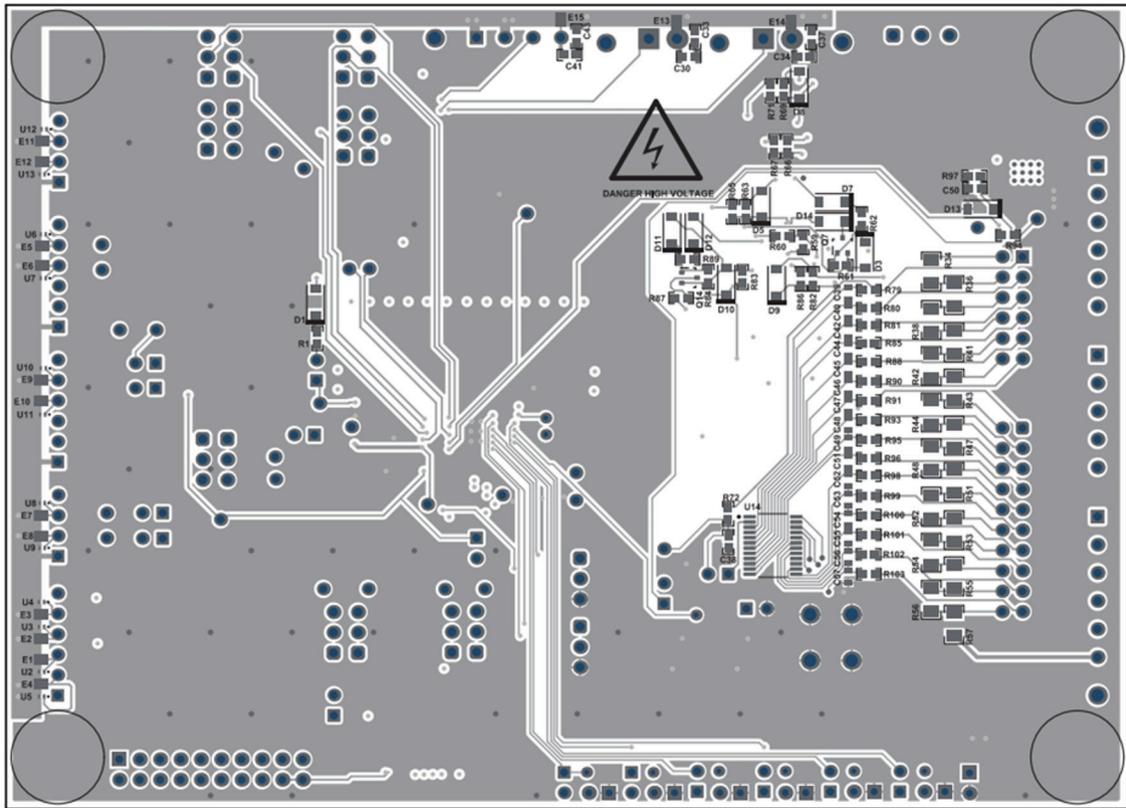


图 5-6. 底层

5.2.2 原理图

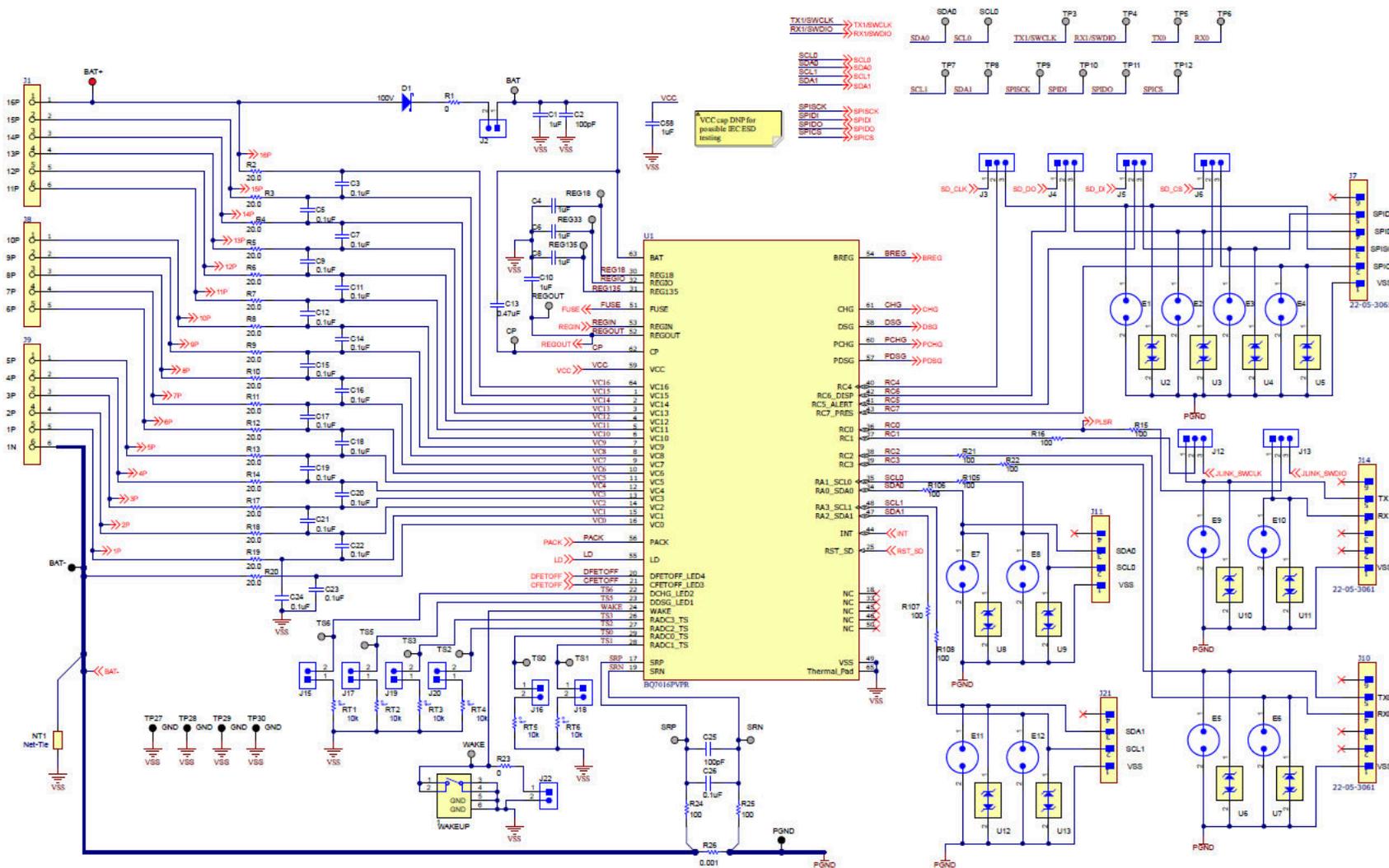
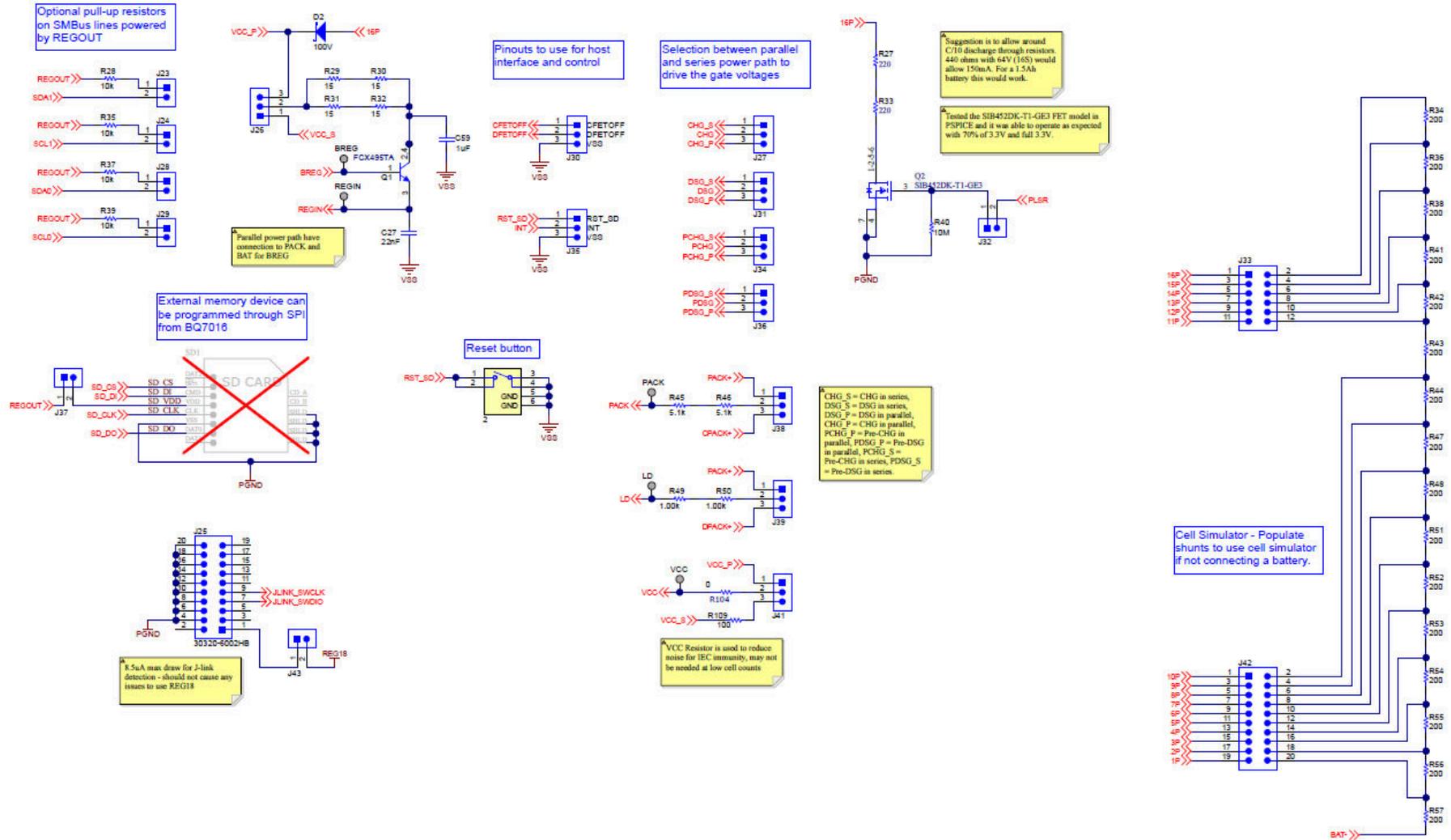
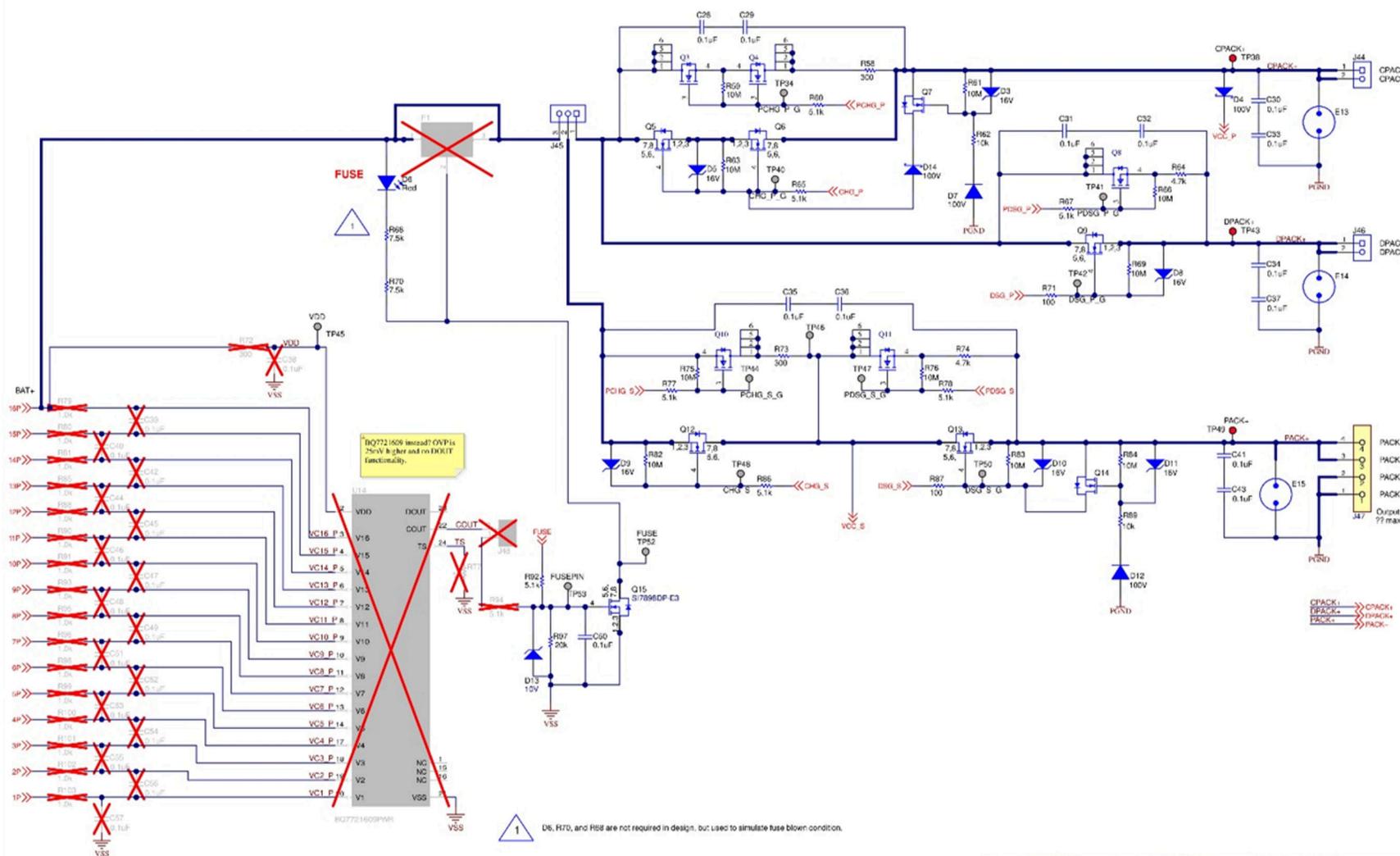


图 5-7. BQ41Z90 原理图







PCB Number: BMS081  
PCB Rev: RevA

PCB LOGO  
Texas Instruments



PCB LOGO  
FCC disclaimer

PCB LOGO  
WEEE logo



Logo7  
PCB LOGO  
CAUTION. READ USER GUIDE BEFORE USE

LBL1

PCB Label  
THT-14-423-10  
Size: 0.65" x 0.20"

ZZ1

Label Assembly Note  
This Assembly Note is for PCB labels only

ZZ2

Assembly Note  
These assemblies are ESD sensitive, ESD precautions shall be observed.

ZZ3

Assembly Note  
These assemblies must be clean and free from flux and all contaminants. Use of no clean flux is not acceptable.

ZZ4

Assembly Note  
These assemblies must comply with workmanship standards IPC-A-610 Class 2, unless otherwise specified.

Variant	Label Text
001	6Q7016EVM_E2

### 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	备选器件型号	备选制造商
!PCB1	1		印刷电路板		BMS081	不限		
1、2	2		开关, SPST-NO, Off-Mom, 0.02A, 15VDC, SMD	4.9mm x 4.9mm	EVQ-PLHA15	Panasonic		
C1、C58、C59	3	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 100V, +/-10%, X7R, 1206	1206	C3216X7R2A105K160 AA	TDK		
C2	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1级, 0603	603	GCM1885C2A101JA16 D	MuRata		
C3、C5、C7、C9、C11、C12、C14、C15、C16、C17、C18、C19、C20、C21、C22、C23、C24、C26、C39、C40、C42、C44、C45、C46、C47、C48、C49、C50、C51、C52、C53、C54、C55、C56、C57	35	0.1 μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	603	8.85E+11	Würth Elektronik		
C4、C6、C8、C10	4	1uF				Kemet		
C13	1	0.47uF	电容, 陶瓷, 0.47μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0805	805	GCM219R71E474KA55 D	MuRata		
C25	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	603	C0603C101J5GACTU	Kemet		
C27	1	22nF	0603 22nF 16V ±5% 容差 X7R 表面贴装多层陶瓷电容器, 陶瓷电容器 0.0416 0603 表面贴装 16V 5% 22nF			AVX 互连/Elco		

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	备选器件型号	备选制造商
C28、C29、C30、C31、C32、C33、C34、C35、C36、C37、C38、C41、C43	13	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	GCJ188R72A104KA01D	MuRata		
D1、D2、D4、D14	4	100V	二极管, 肖特基, 100V, 0.15A, SOD-123	SOD-123	BAT46W-7-F	Diodes Inc.		
D3、D5、D8、D9、D10、D11	6	16V	二极管, 齐纳, 16V, 500mW, SOD-123	SOD-123	MMSZ5246B-7-F	Diodes Inc.		
D6	1	红色	LED, 红色, SMD	LED_0603	150060RS75000	Würth Elektronik		
D7、D12	2	100V	二极管, 超快速, 100V, 0.15A, SOD-123	SOD-123	1N4148W-7-F	Diodes Inc.		
D13	1	10V	二极管, 齐纳, 10V, 500mW, SOD-123	SOD-123	MMSZ4697T1G	ON Semiconductor		
FID1、FID2、FID3	3		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、J9	2		端子块, 3.5mm, 垂直, 6 位置 PCB	HDR6	OSTTE060161	On Shore Technology		
J2、J15、J16、J17、J18、J19、J20、J22、J23、J24、J28、J29、J32、J37、J40、J43、J48	17		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions		
J3、J4、J5、J6、J12、J13、J26、J27、J30、J31、J34、J35、J36、J38、J39、J41	16		接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 3x1, TH	61300311121	Würth Elektronik		
J7、J10、J14	3		连接器接头, 穿孔, 直角, 6 位, 0.100" (2.54mm)	HDR6	22-05-3061	Molex		

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	备选器件型号	备选制造商
J8	1		端子块, 3.5mm, 垂直, 5 位置 PCB	HDR5	OSTTE050161	On Shore Technology		
J11、J21	2			HDR4	22-05-3041	Molex		
J25	1		直式薄型接头, 10x2 位置, 2.54mm 间距, TH	公接头, 10x2 位置, 2.54mm 间距, 直式, TH	30320-6002HB	3M		
J33	1		接头, 100mil, 6x2, 锡, TH	接头, 6x2, 100mil, 锡	PEC06DAAN	Sullins Connector Solutions		
J42	1		接头, 2.54mm, 10x2, 锡, TH	接头, 10x2, 2.54mm, TH	PEC10DAAN	Sullins Connector Solutions		
J44、J46	2		端子块, 3.5mm 间距, 2x1, TH	7.0x8.2x6.5mm	ED555/2DS	On-Shore Technology		
J45	1		端子块, 3.5mm, 3x1, 锡, R/A, TH	端子块, 3.5mm, 3x1, TH	OSTTE030161	On-Shore Technology		
J47	1		端子块, 3.5mm, 垂直, 4 位置 PCB	HDR4	OSTTE040161	On Shore Technology		
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	1	150V	晶体管, NPN, 150V, 1A, AEC-Q101, SOT-89	SOT-89	FCX495TA	Diodes Inc.		
Q2	1		MOSFET N 沟道 190V 1.5A PPAK SC75					
Q3、Q4、Q8、Q10、Q11	5		MOSFET N 沟道 150V 900MA MICRO6					
Q5、Q6、Q9、Q12、Q13	5	150V	MOSFET, N 沟道, 150V, 56A, PG-TDSON-8	PG-TDSON-8	BSC160N15NS5ATMA 1	Infineon Technologies		无
Q7、Q14	2	60V	MOSFET, N 沟道, 60V, 0.31A, SOT-323	SOT-323	2N7002KW	Fairchild Semiconductor		无
Q15	1	150V	MOSFET, N 沟道, 150V, 3A, PowerPAK SO-8	PowerPAK SO-8	SI7898DP-E3	Vishay-Siliconix		无
R1	1	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale		

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	备选器件型号	备选制造商
R2、R3、R4、 R5、R6、R7、 R8、R9、 R10、R11、 R12、R13、 R14、R17、 R18、R19、 R20	17	20	电阻, 20.0, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW120620R0FKEA	Vishay-Dale		
R15、R16、 R21、R22、 R105、R106、 R107、R108、 R109	9		片上电阻, 100Ω, ±1%, 100mW, 0603 [公制 1608], 厚膜, 通用片式 SMD 电阻器 0.0419 0603 50V 1% 100ppm/°C 100mW 100R			Yageo		
R23	1	0	电阻, 0, 5%, 0.05W, 0201	201	CRCW02010000Z0ED	Vishay-Dale		
R24、R25	2	100	电阻, 100, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW0603100RJNEA	Vishay-Dale		
R26	1	0.001	电阻, 0.001, 1%, 1W, 1210	1210	PMR25HZPFV1L00	Rohm		
R27、R33	2	220	电阻, 220, 5%, 3W, 2512	2512	3522220RJT	TE Connectivity		
R28、R35、 R37、R39、 R62、R89	6	10k	电阻, 10k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060310K0JNEA	Vishay-Dale		
R29、R30、 R31、R32	4	15	电阻, 15, 5%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512	2512	CRCW251215R0JNEG	Vishay-Dale		
R34、R36、 R38、R41、 R42、R43、 R44、R47、 R48、R51、 R52、R53、 R54、R55、 R56、R57	16	200	电阻, 200, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW1206200RFKEA	Vishay-Dale		
R40、R59、 R61、R63、 R66、R69、 R75、R76、 R82、R83、 R84	11	10Meg	电阻, 10M, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060310M0JNEA	Vishay-Dale		
R45、R46	2	5.1k	电阻, 5.1k, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW12065K10JNEA	Vishay-Dale		

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	备选器件型号	备选制造商
R49、R50	2	1.00k	片式电阻器, 1k $\Omega$ , +/-1%, 0.25W, -55°C 至 155°C, 1206 (公制 3216), RoHS, 卷带包装			Yageo		
R58、R73	2	300	电阻, 300, 5%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512	2512	CRCW2512300RJNEG	Vishay-Dale		
R60、R65、R67、R77、R78、R86、R92、R94	8	5.1k	电阻, 5.1k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06035K10JNEA	Vishay-Dale		
R64、R74	2	4.7k	电阻, 4.7k, 5%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512	2512	CRCW25124K70JNEG	Vishay-Dale		
R68、R70	2	7.5k	电阻, 7.5k, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-077K5L	Yageo		
R71、R87	2	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	ESR03EZPJ102	Rohm		
R72	1	300	电阻, 300, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW0603300RJNEA	Vishay-Dale		
R79、R80、R81、R85、R88、R90、R91、R93、R95、R96、R98、R99、R100、R101、R102、R103	16	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06031K00JNEA	Vishay-Dale		
R97	1	20k	电阻, 20k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060320K0JNEA	Vishay-Dale		
R104	1	0	0 $\Omega$ 跳线片式电阻器 0603 (公制 1608), 金属元件	603	WSL060300000ZEA9	Vishay		
RT1、RT2、RT3、RT4、RT5、RT6、RT7	7	10k	热敏电阻 NTC, 10.0k 欧姆, 1%, 圆盘式, 5x8.4mm	圆盘式, 5mm x 8.4mm	103AT-2	SEMITEC Corporation		

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	备选器件型号	备选制造商
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8、SH-J9、SH-J10、SH-J11、SH-J12、SH-J13、SH-J14、SH-J15、SH-J16、SH-J17、SH-J18、SH-J19、SH-J20、SH-J21、SH-J22、SH-J23、SH-J24	24	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec	969102-0000-DA	3M
TP13、TP38、TP43、TP49	4		测试点, 通用, 红色, TH	红色通用测试点	5010	Keystone		
TP20、TP51	2		测试点, 通用, 黑色, TH	黑色通用测试点	5011	Keystone		
TP27、TP28、TP29、TP30	4		测试点, 紧凑型, 黑色, TH	黑色紧凑型测试点	5006	Keystone		
U1	1		具有超低 IQ 的高度集成 3-16 节电池电量监测计	HTQFP64	BQ7016PVPR	德州仪器 (TI)		
U2、U3、U4、U5、U6、U7、U8、U9、U10、U11、U12、U13	12		具有 10pF 电容、击穿电压为 6V、采用 0402 封装的单通道 ESD, DPY0002A (X1SON-2)	DPY0002A		德州仪器 (TI)	TPD1E10B06DPYT	德州仪器 (TI)
U14	1		具有内部延迟计时器、适用于 3 节至 16 节串联锂离子电池的电压和温度保护器	TSSOP24	BQ7721602PWR	德州仪器 (TI)		
F1	0		保险丝, 30A, 62VDC, SMD	9.5x2x5mm	SFK-3030	Dexerials Corporation		
SD1	0		Micro SD 连接器, 间距 1.1mm, 8 位置, 高度 1.4mm, -25°C 至 85°C, RoHS, 卷带包装			Molex		

## 6 其他信息

### 6.1 商标

Impedance Track™ is a trademark of Texas Instruments.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 7 德州仪器 (TI) 相关文档

- 德州仪器 (TI), [BQ41Z90 采用 Dynamic Z-Track™ 技术的 2 节、3 节和 4 节串联锂离子电池包管理器](#) 数据表
- 德州仪器 (TI), [BQ41Z90 技术参考手册](#)
- 德州仪器 (TI), [BQ77216 具有内部延迟计时器、适用于 3 节至 16 节串联锂离子电池的电压和温度保护器](#) 数据表

## 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