

EVM User's Guide: BQ76905EVM

BQ76905 评估模块



说明

德州仪器 (TI) 的 BQ76905EVM 是适用于 BQ76905 的完整评估系统，BQ76905 是一款高度集成的高精度电池监测器和保护器，适用于 2 至 5 节串联锂离子、锂聚合物和磷酸铁锂电池包。

该电路模块可直接与各节电池相连，也可与电源和附带的电池模拟器电阻器相连。借助板载接口或兼容的外部接口板和基于 Microsoft® Windows® 的 PC 图形用户界面 (GUI) 软件，用户可查看器件寄存器，评估电压、电流和温度精度，调节保护限制以及实现 FET 控制输出。

开始使用

1. 在 [ti.com](https://www.ti.com) 上订购 BQ76905 EVM。
2. 从 [BQSTUDIO](#) 工具页面下载最新的 BQSTUDIO-TEST。

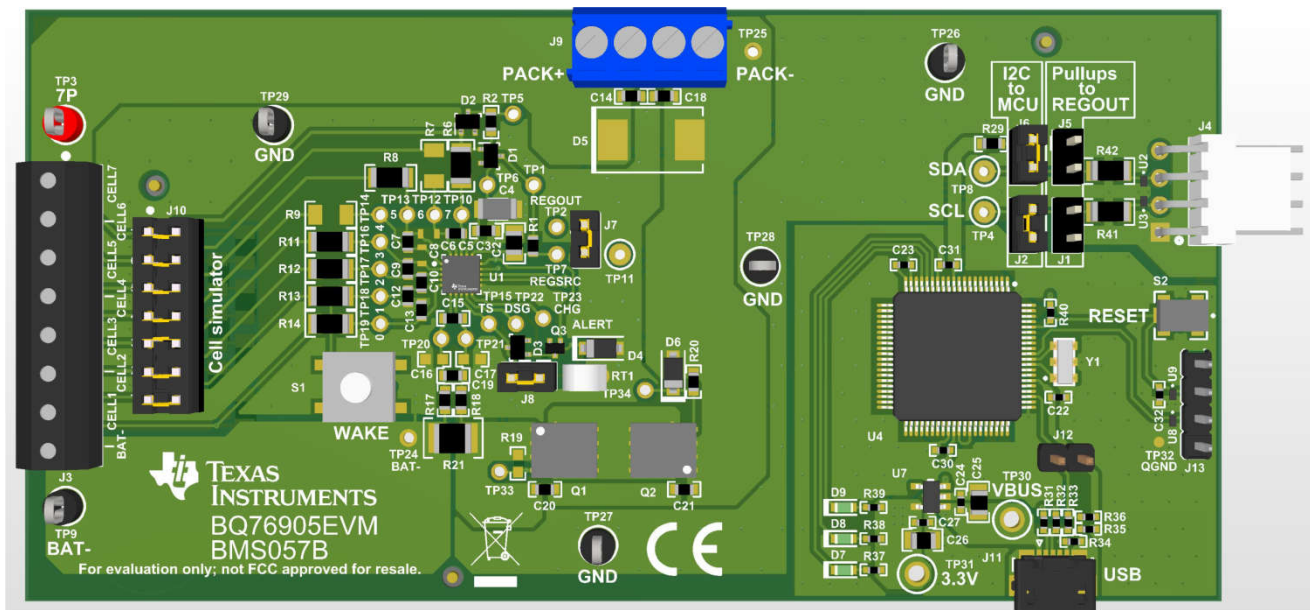
3. 请按照本用户指南中的说明开始操作。

特性

- 适用于 BQ76905 2 节至 5 节锂离子、锂聚合物和磷酸铁锂高精度电池监测器的完整评估系统
- 测试点有可用的电源连接
- 可使用附带的 USB 接口适配器或 4 引脚连接器进行通信
- 电阻仿真器仅使用电源即可快速安装
- 提供 PC 软件进行配置

应用

- 无线电动工具和园艺工具
- 真空吸尘器
- 非军用无人机
- 其他工业电池包 (2 节至 5 节串联)



1 评估模块概述

1.1 引言

BQ76905 包含一个高精度监测系统、一个专用库仑计和累积电荷积分以及一个高度可配置的保护子系统，并支持主机控制型电芯均衡。它集成了低侧保护 NFET 驱动器、一个供外部系统使用的可编程 LDO 和一个支持高达 400kHz 工作频率并具有可选 CRC 的 I²C 主机通信接口。该评估模块包括一个 BQ76905 集成电路 (IC)、检测电

阻、一个热敏电阻、功率 FET，以及用于保护电池免受过充电、过放电、短路、过流放电、过温和欠温影响的所有其他必要板载元件。

1.2 套件内容

- BQ76905 电路模块
- USB A 转 MicroUSB 电缆

1.3 规格

本节总结了 BQ76905 电路模块在默认的 5 节串联 FET 配置下的性能规格。

典型电压取决于所配置的电池节数。典型电流取决于具体应用。在最大电流或稍低于最大电流的条件下连续运行时，电路板可能需要冷却。

表 1-1. 性能规格汇总

技术规范	最小值	典型值	最大值	单位
相对于 BATT - 的输入电压 BATT+	3	-	25	V
连续充电或放电电流	0	-	6	A
工作温度范围	20	25	30	°C

1.4 器件信息

表 1-2. 器件信息

EVM 器件型号	化学成分	配置	容量
BQ76905EVM	锂离子	5 节电池	不限

备注

虽然所示容量为 *不限*，但由于模块物理结构的实际限制，通常将 EVM 的运行限制为 1P 或 2P 电池结构。有关电路板的详细信息，请参阅物理结构部分。

2 硬件

2.1 准备工作

为确保使用 BQ76905 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。



警告

BQ76905EVM 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安全规程。



注意

请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。

小心

BQ76905 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

该电路模块在电路板底部有信号布线、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，请在评估期间监控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差。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。

2.2 所需设备

在简单演示中运行 BQ76905 EVM 需要以下设备：

- 电压为 0-35 V、电流为 2.5A 的直流电源
- 直流电压表
- 具有 USB 端口的计算机，兼容 Windows 操作系统，可访问互联网
- 用于连接设备的测试引线
- 电子负载或各类电阻器

可能需要额外的设备来操作 BQ76905 以进行更广泛的演示。

2.3 BQ76905 电路模块使用

BQ76905 电路模块包含 BQ76905 IC 和用于演示该 IC 的功能的相关电路。对于高电流路径，提供表面贴装 FET。热敏电阻在电路板上提供温度检测功能。其他元件提供 IC 支持和电路板连接功能。节 3 中介绍了基本操作。有关电路的详细信息，请参阅节 5。

2.3.1 电池仿真器

该 EVM 包括一个由 200 Ω 串联电阻器构成的电阻电池仿真器。电阻器网络的抽头使用 J10 接头上的分流器连接到电池输入。BAT- 始终连接至电阻分压器网络。在顶部电池位置安装一个分流器，将顶部电池输入连接到电阻分压器，从而为其他电池输入提供仿真电压。如果接头的顶部电池位置未安装分流器，所有下部输入都会被拉至 VSS。在下部电池位置安装分流器，会将输入连接至模拟电压。不提供电池模拟器连接指示，因此用户必须留意分流器的安装。

2.3.2 利用负载电流进行评估

配置 BQ76905 并启用 FET 后，可在 PACK 端子连接适用电阻器或 DC 负载，以展示放电电流，如图 2-1 中所示。

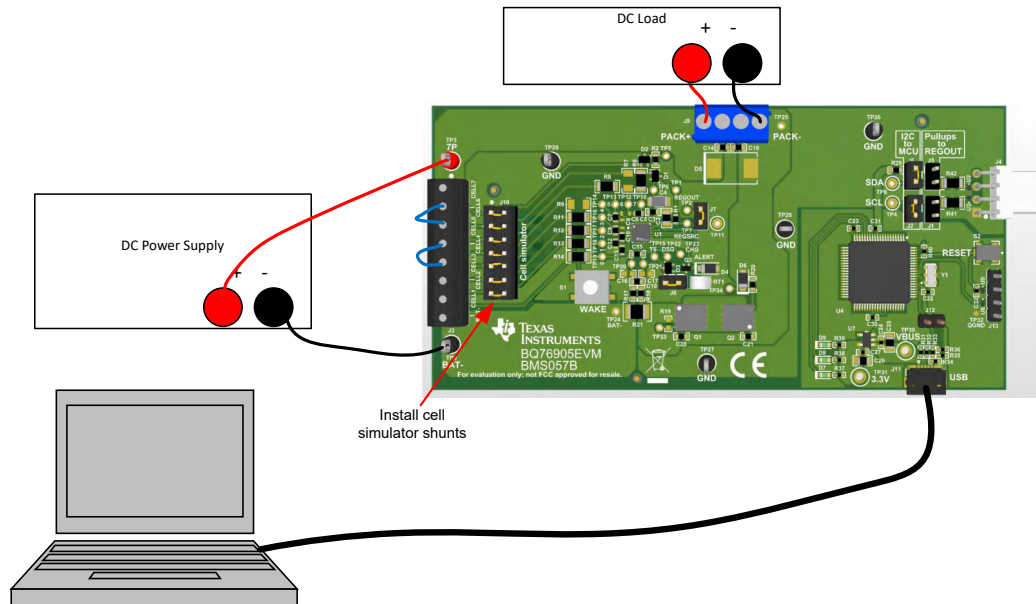


图 2-1. 利用负载电流进行评估

2.3.3 评估充电和放电电流

双极电源可提供拉电流或灌电流，以保持设定的电压。如有双极电源，它们可用于电路板的电池和电池组侧，这样无需重新连接设备即可支持充电和放电电流。请确保恰当地设置电源，以防超出 EVM 的额定值。

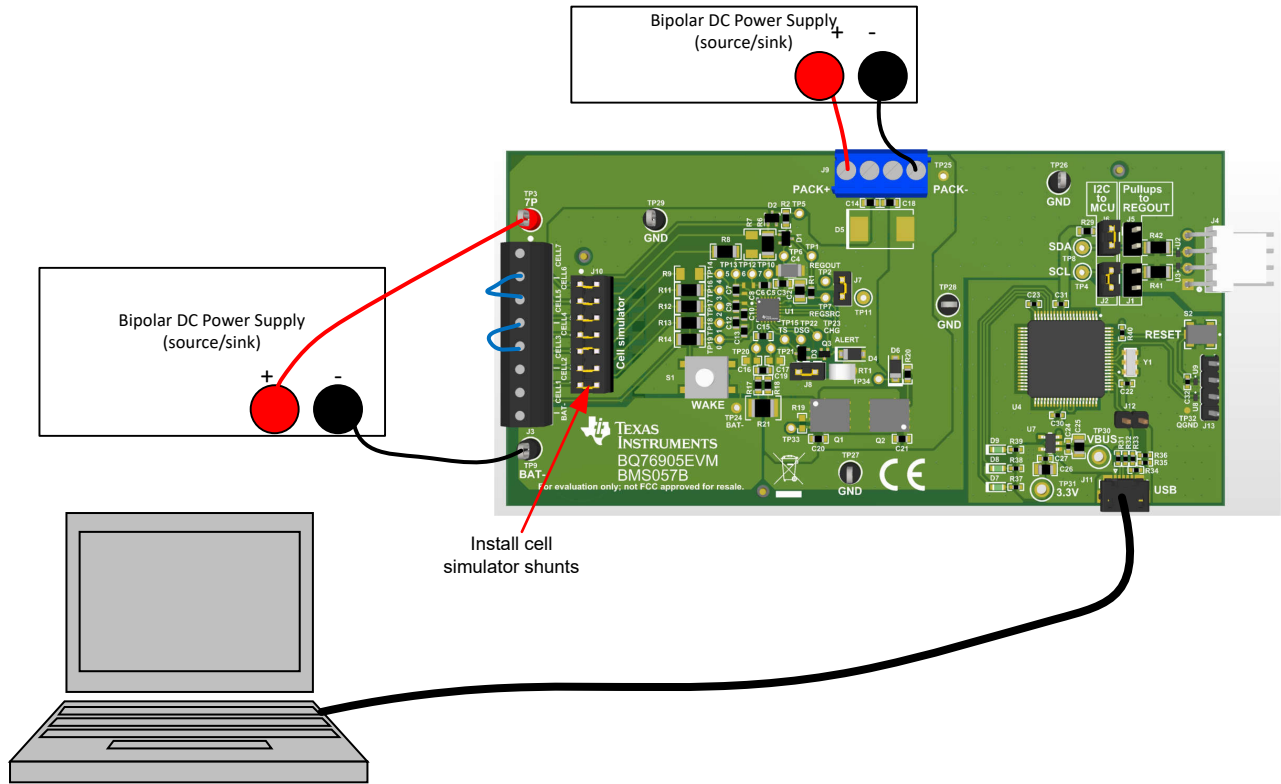


图 2-2. 根据充电或放电电流进行评估

2.3.4 利用仿真电流进行评估

节 3 描述了用于进行基本操作的连接方式。在该配置中提供高于可识别电流的电流，需要电源具有极高的额定功率。施加充电电流会损坏一些电源。图 2-3 展示了强制电流通过控制路径的一种方法，无需高功率电源或特殊设备。在恒定电流模式下，负载电源必须设置为低电压。负载电源的极性可以反向，以模拟充电电流。电池仿真电源一定不能设为反向。

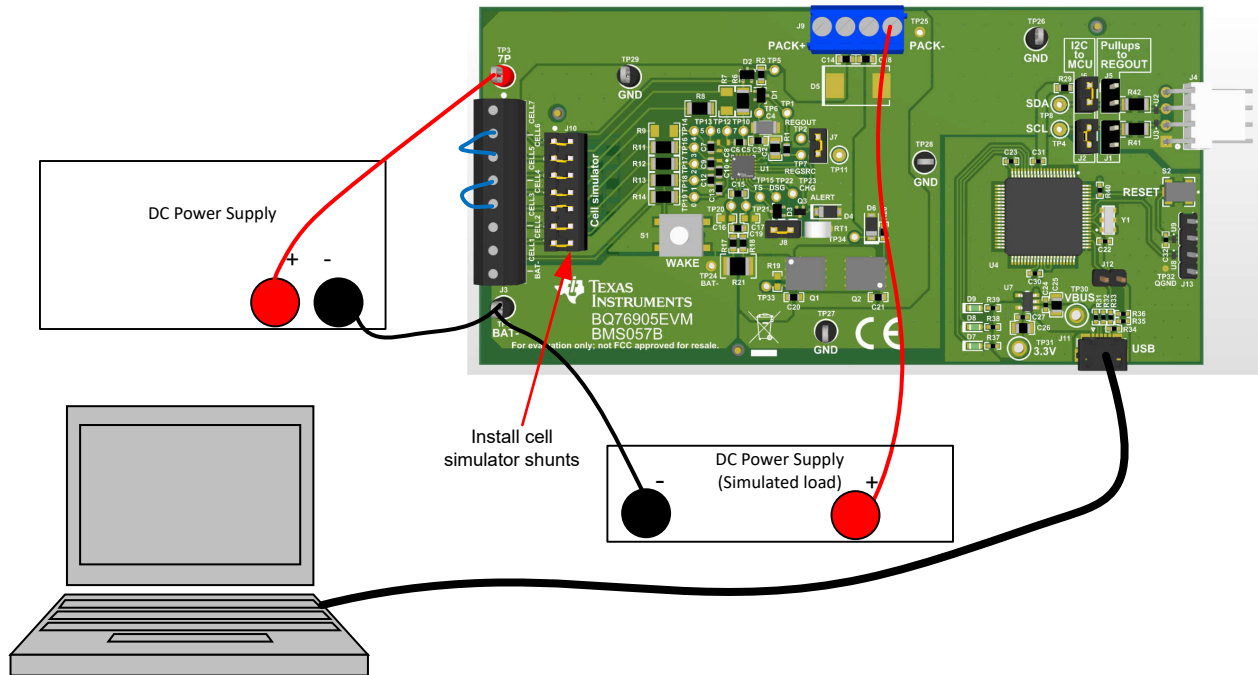


图 2-3. 仿真电流设置

2.3.5 减少电池节数

BQ76905 必须使用顶部和底部电池，以便正常运行。可按照自上而下（第一个除外）的顺序，短接未使用的电池输入，从而减少电池节数。为进行基本评估可将电池节数减少，方法是在输入端子块上短接未使用的电池。短接电池时请遵循数据表中的建议。这适用于电池模拟器和电池的运行，但在瞬变测试中有一些副作用，因为短接的电阻器并联至电池 IC，而 IC 的电容器为所用输入提供了信号路径。请参阅图 2-4，了解将电池配置减少的 3 节的简单示例。为了在瞬态环境中通过减少电池节数实现最佳评估，请将电容器上的 VCx 引脚短接并移除未使用的输入电阻器。使用电池仿真器时，仍需要在端子块上短接未使用的电池，以消除仿真电池电压。建议在端子块螺钉端子上短接电池输入，如果针对不同的电池节数重新使用电路板，很显然要这么做。表 2-1 展示了减少电池节数的配置建议，此表假定已按照节 3 中的详细说明设置电路板。

默认情况下，BQ76905 EVM 的 VC4A/B 和 VC3A/B 在 IC 输入端短接。但是，在减少电池节数之前，用户必须确保在电池输入端子上将 **CELL6** 短接至 **CELL5** 并将 **CELL4** 短接至 **CELL3**，如节 3 中所述。

表 2-1. 减少电池节数

未使用的电池 (从底部的电池 1 开始编号)	短接电池输入端子	要移除的输入电阻器	使用 0 欧姆代替电容器	短接 IC 输入
电池芯 4	CELL5 至 CELL4	R8	C7	VC4A/B 至 VC3A/B
电池芯 3	CELL3 至 CELL2	R11	C9	VC3A/B 至 VC2

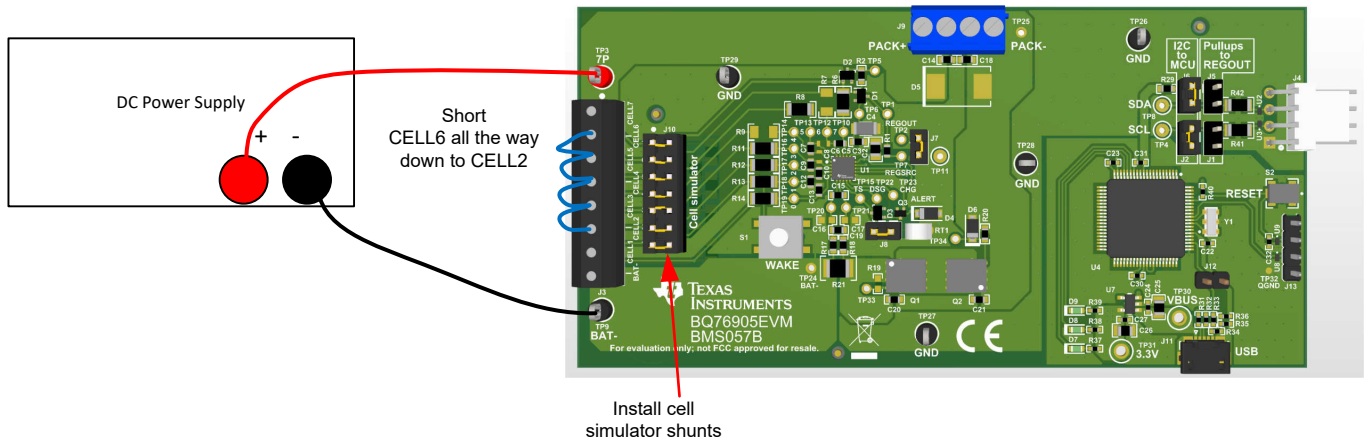


图 2-4. 3 节电池简单评估配置示例

2.3.6 连接电池

EVM 与电池组顶部和底部进行单点连接。在电路板上检测这些电池的电压。

电池仿真器在电池输入之间提供电阻器。安装电池模拟器分流器后，这些电阻器会加载电池并将电压分配到任何未连接的输入，因为电池已连接。如果需要，可在电池连接期间安装电池模拟器分流器，并在电池连接后移除。电池连接后必须移除分流器，否则电池模拟器电阻器的恒定泄漏会导致电池放电。

BAT- 是 IC 的基准电压，必须首先进行连接。在连接 BAT- 之后，可以按照任何顺序连接电池。自下而上的电池连接可以最大限度地减小施加到电路板上的电压阶跃大小。对于 EVM，连接电池时，建议采用自下而上的连接顺序：

1. 连接 BAT -
2. 自下而上地连接电池：电池 1、电池 2、电池 3...
3. 确保拆下电池仿真器分流器

图 2-5 展示了连接电池的示例，其中 EVM 配置为减少到 4 个电池。

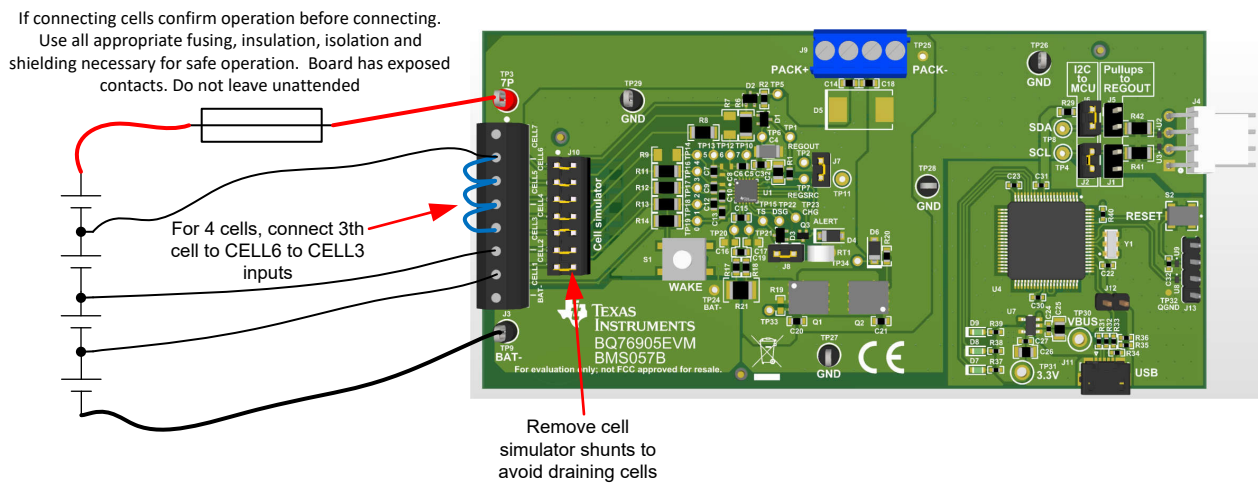


图 2-5. 连接 4 个电池的示例

2.3.7 连接到主机

使用 BQStudio 软件使监测器开始运行后，考虑使电路板开始运行，该电路板连接到微控制器电路板并由其控制。为此，请拆下 J6 和 J2，然后组装 J1 和 J5。J6 和 J2 将 BQ76905 的 I2C 线路与板载 MCU 断开。J1 和 J5 将 I2C 上拉电阻连接至 REGOUT。

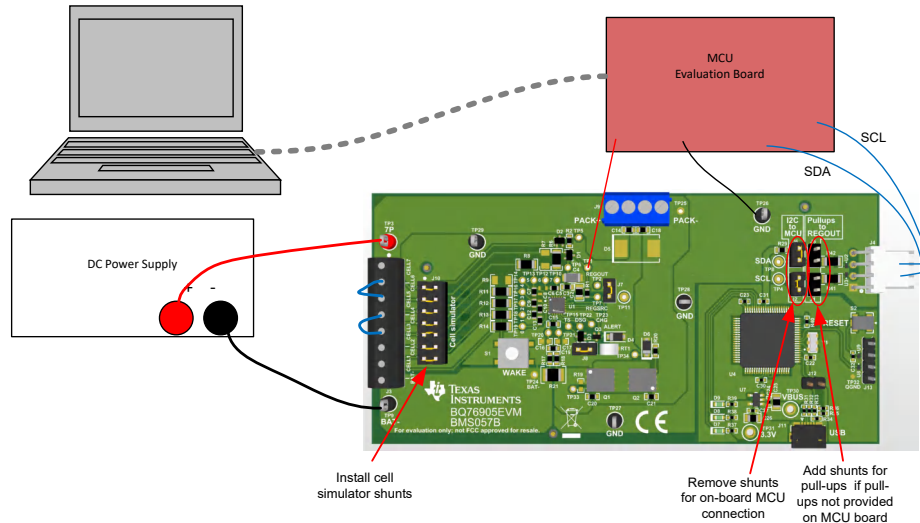


图 2-6. 主机连接概念

2.3.8 硬件配置

2.3.8.1 配置跳线

BQ76905EVM 的某些特性可通过跳线或接头上的分流器配置。有关接头引脚的详细信息，请参见节 5.1。

J1 和 J5 将 BQ76905 I2C 线路连接到 REGOUT 上的上拉电阻器，以实现非板载 MCU 通信。

J2 和 J6 将 BQ76905 的 I2C 线路连接到板载 MCU。

J7 将 ALERT 引脚连接到 REGOUT 的上拉电阻。

J8 将板载热敏电阻与 TS 引脚连接/断开。

J10 电池模拟器连接。

电池模拟器接头在电路板连接图中进行了讨论。

2.3.9 配置寄存器编程

利用跳线完成硬件配置后，进行配置寄存器编程。配置寄存器可在 *Data Memory* 屏幕上进行设置，与 *Registers* 屏幕中显示的状态寄存器不同。请参阅 BQ76905 数据表 (SLUSF45) 和支持文档，了解寄存器信息。如果有可用的配置文件，导入该文件后可一次性设置所有运行选项。但使用 *Data Memory Import* 导入的配置文件只能加载 1 个参数，用户必须熟悉导入文件的内容。对于新器件或加载配置文件后，可更改个别寄存器。对配置寄存器进行编程通常涉及以下通用原则，由各种寄存器名称进行选择：

1. 选择待启用的保护特性
2. 针对已启用的特性选择保护阈值
3. 设置 FET 控制选项
4. 将配置寄存器文件导出 (保存)，供将来使用

3 快速入门指南

BQ76905 寄存器必须进行配置，以启用大多数保护，选择要监测的电池，并在 EVM 上启用保护 FET。本节并未介绍电流保护设置。

以下步骤说明了 BQ76905 EVM 的快速连接，以演示 EVM 的 AFE 部分。有关更多详细说明，请参阅本用户指南的其他章节。

对于以下步骤，请参阅图 3-1。

1. 从工具文件夹链接 www.ti.com.cn/tool/cn/BQSTUDIO 下载 BQSTUDIO 软件，或从 www.ti.com 中搜索。
2. 安装 BQStudio 软件（请参阅节 4.1.2）。
3. 安装电池仿真器分流器。
4. VC4A 至 VC4B 和 VC3A 至 VC3B 直接在引脚处短接。但是，CELL6 至 CELL 5 以及 CELL4 至 CELL 3 也必须在电池侧短接，以使电路模块正常工作。
5. 用于 I2C 至 MCU 连接的位置分流器。
6. 使用 USB 电缆将板载通信适配器 USB 连接器连接到 PC。
7. 在“BAT-”和“7P”端子之间连接一个最小电流为 250mA 的 0V 直流电源，然后调整到约 15V。
8. 启动 BQStudio 软件。如果通信正常，则 GUI 将打开并显示寄存器。点击 **Scan** 按钮，启用显示的重复更新。电源可在器件范围内调整，以便在 GUI 寄存器显示中观察电压变化。
9. 选择 BQStudio 窗口中的“Data Memory”按钮。
10. 选择“Settings”按钮。设置“Enabled Protections A CUV”位。
11. 选择“Protections”按钮。将电芯欠压保护阈值设置为 2800。
12. 在“Commands”面板中，点击“FET_ENABLE”按钮。
13. 在“Registers”视图中，点击“Scan”图标定期更新寄存器。观察电池状态寄存器中的 CHG 和 DSG 位是否为 on。根据需要测量电路板上的 PACK 电压。
14. 将电源电压调整为大约 12.5V。在寄存器视图中观察 DSG 位变为 off。
15. 根据需要进行其他调整以完成评估。有关操作的详细信息，请参阅本用户指南的其他章节。
16. 完成本快速入门演示后，退出 BQStudio 软件并关闭电源。

有关其他详细信息，请参阅本用户指南的其他章节。

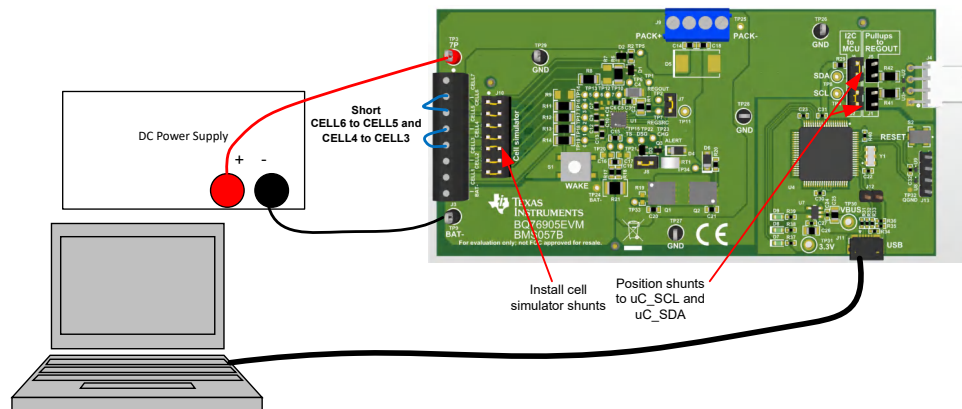


图 3-1. 用于进行基本操作的 EVM 连接方式

4 软件

4.1 Battery Management Studio 软件

Battery Management Studio 软件用于评估 BQ76905 监测器。该软件也可以简称为 BQStudio。如果因进行其他产品评估已经安装较早版本的 BQStudio 软件，则应再次安装该软件，以加载 BQ76905 当前版本特定的配置文件和工具。

4.1.1 系统要求

BQStudio 软件需要 Windows 7 或更高版本的操作系统。所需额外项目在安装窗口中进行了介绍。

4.1.2 安装 BQStudio

在产品文件夹的软件部分找到最新的软件版本：<https://www.ti.com.cn/tool/cn/BQSTUDIO> 或搜索 [ti.com](https://www.ti.com)。这里有多多个可用版本，但 BQSTUDIO-TEST 版本需要是与 BQ76905 EVM 搭配使用的版本。请定期检查软件更新。按照以下步骤安装 BQStudio 软件：

1. 卸载 BQStudio 软件的旧版本。卸载后删除 BatteryManagementStudio 程序目录。
2. 将存档文件复制到所选目录，提取所有文件并运行 *Battery Management Studio-xxxxxx-Setup.exe* 应用。
3. 遵照说明，根据需要在设置窗口做出选择，然后选择 **Next**。TI 建议将该软件安装在默认位置。
4. 在最后一个窗口中选择所需选项的复选框和 **Finish**，完成 BQStudio 软件的安装。

4.1.3 BQ76905 bqz 文件安装

BQStudio 软件使用 .bqz 文件配置 BQ76905 器件系列或特定系列器件的显示屏。该文件通常在 BQStudio 安装中提供。如果单独提供，请将 .bqz 文件复制到安装的 config 目录，通常为 C:\ti\BatteryManagementStudio\config。

4.1.4 BQStudio 运行和“Registers”视图

BQStudio 用于与 BQ76905 通信以进行评估。BQStudio 包含若干工具，用于在评估 BQ76905 时辅助进行配置、校准和数据显示。

虽然软件运行时无需连接接口板或供电设备，但 TI 建议在启动软件时连接接口并开启器件。请遵循节 3 中的说明。图 3-1 展示了 BQStudio 软件运行时的典型连接。

从桌面快捷方式 *Battery Management Studio* 或“开始”菜单启动软件。

启动后，软件会寻找通信接口和器件。如果未找到器件，它会打开“Target Selection Wizard”。在第一个窗口中选择“Monitor”或“All”类别，并点击 *Next* 按钮。在第二个窗口，从列表中选择最新或适当的 BQ76905 版本，并点击“Finish”按钮。软件会记住该选择，直到重启。如果未找到器件，会出现 *Proceed?* 窗口，用户必须予以响应。如果软件仍无法找到器件，则会出现 *Battery Management Studio* 弹出窗口，显示通信状态。确认该消息以继续操作。

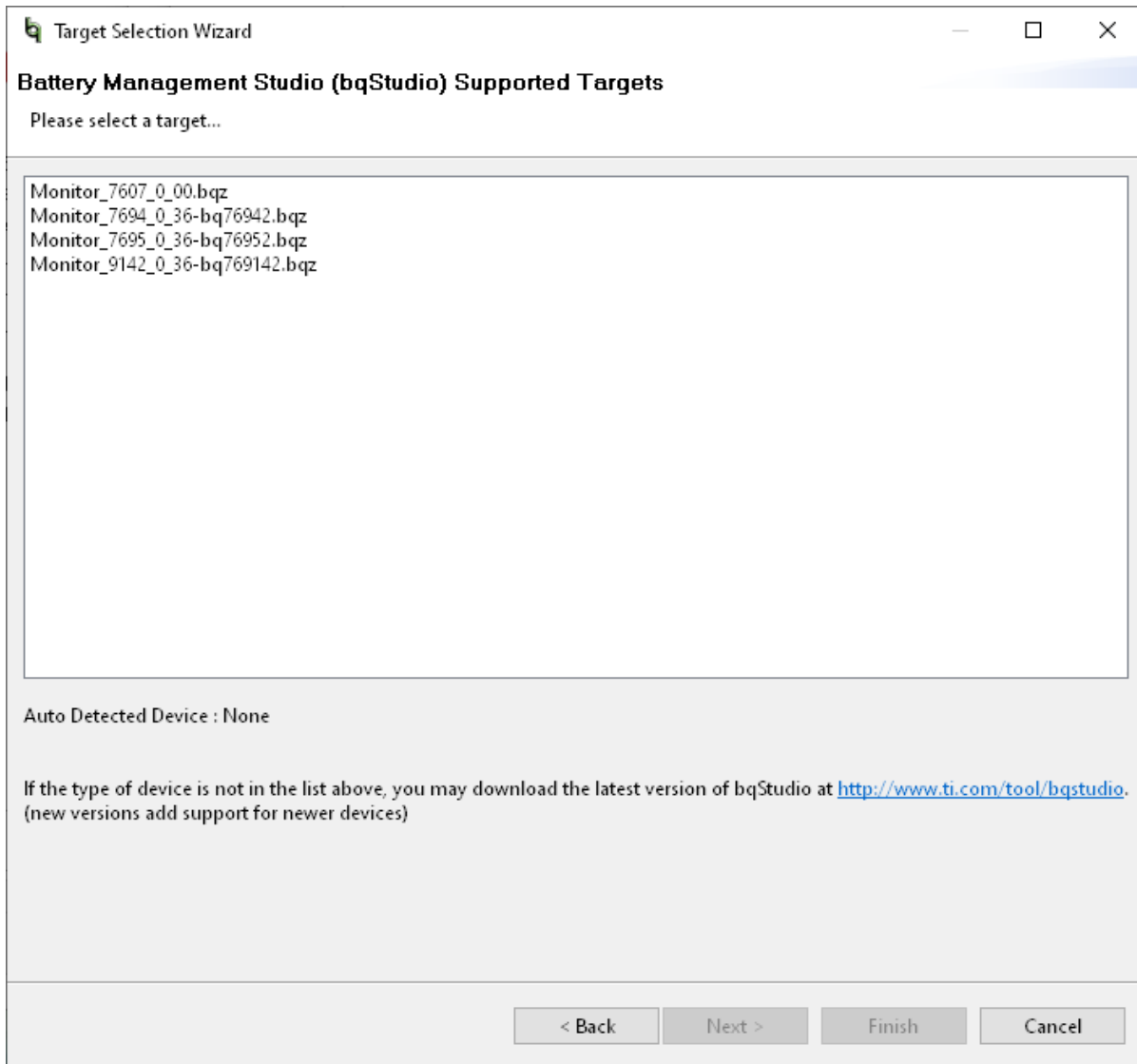


图 4-1. 目标选择向导

如果软件启动时没有通信接口适配器，Battery Management Studio 弹出窗口将指示没有可用的适配器。确认该消息以继续操作。Battery Management Studio 屏幕的边框左下角会显示错误。连接适配器，更正该问题，并重启软件。

BQStudio 包含用户指南，该指南介绍了该软件的一般操作。请选择菜单中的“Help | Help Contents”，了解相关信息。

出现 BQStudio 窗口，如图 4-2 中所示。寄存器区域为空白，因为未连接器件。

当光标悬停在某个项的名称上时，BQStudio 的中央面板会显示工具提示。工具提示对该项进行了说明。大约 30 秒后工具提示会关闭。要避免显示工具提示，请将光标移动到值或单位列上，或移动到 *Dashboard* 面板。

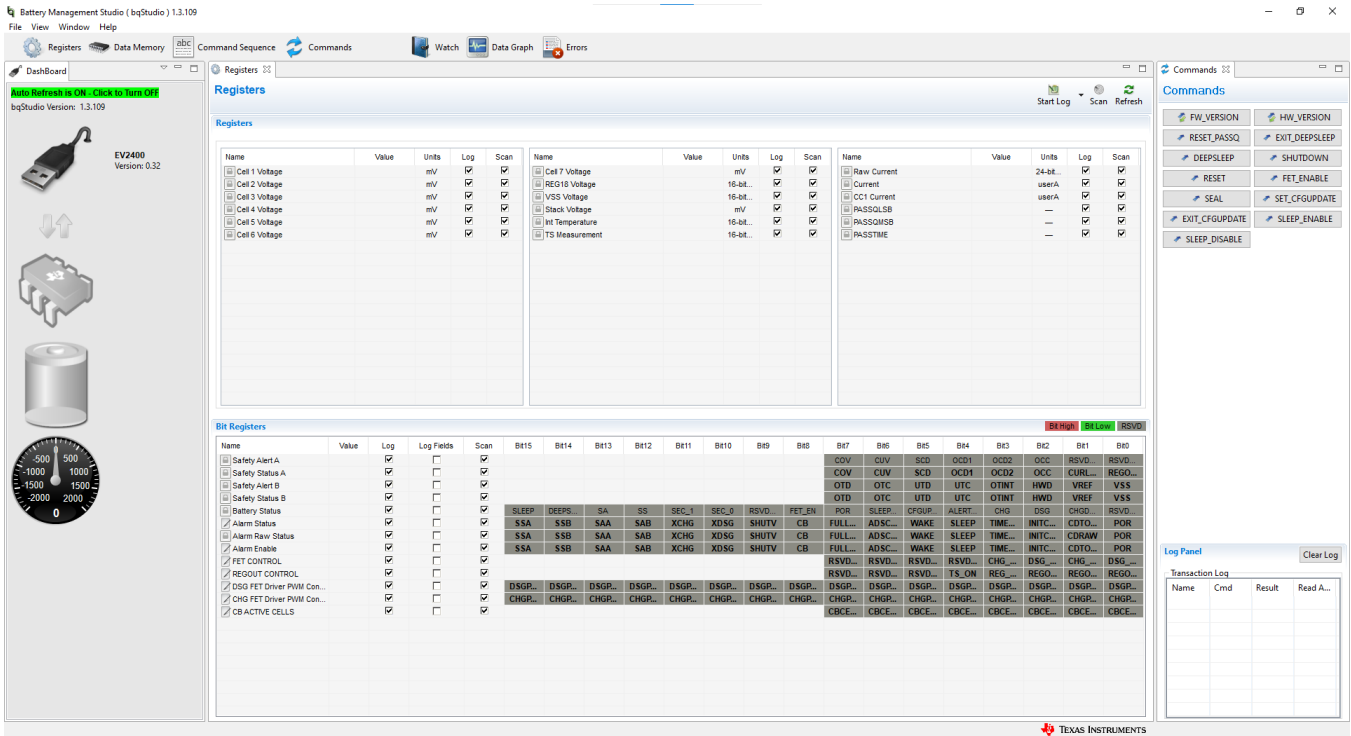


图 4-2. 不包含器件的 BQStudio 窗口

如果没有器件，BQStudio 的功能会减少。可以浏览工具、检查数据字段，但不能输入数据。

窗口左侧的仪表板会显示适配器、器件，并简单显示电压和电流。仪表板会定期更新，除非点击横幅停止自动刷新。窗口右侧为 **Commands** 面板。

窗口的中央面板最初显示 **Registers** 选项卡。寄存器部分显示了器件状态寄存器，检测到器件后即会读取。要更新寄存器值，请选择“Registers”选项卡顶部的 **Refresh** 按钮。要反复读取寄存器，请选择 **Scan** 按钮。要反复读取寄存器值并记录到文件中，请选择 **Start Log** 按钮并根据提示保存日志文件。如果日志正在运行，请选择 **Stop Log** 结束日志并关闭文件。可通过 **Parameter View** 选择基本参数，以显示常用寄存器；或选择所有参数，以显示更多寄存器。

如果在 BQStudio 启动后连接了通电器件，仪表板会自动检测器件并更新器件和寄存器显示。图 4-3 展示了连接器件后的寄存器显示。

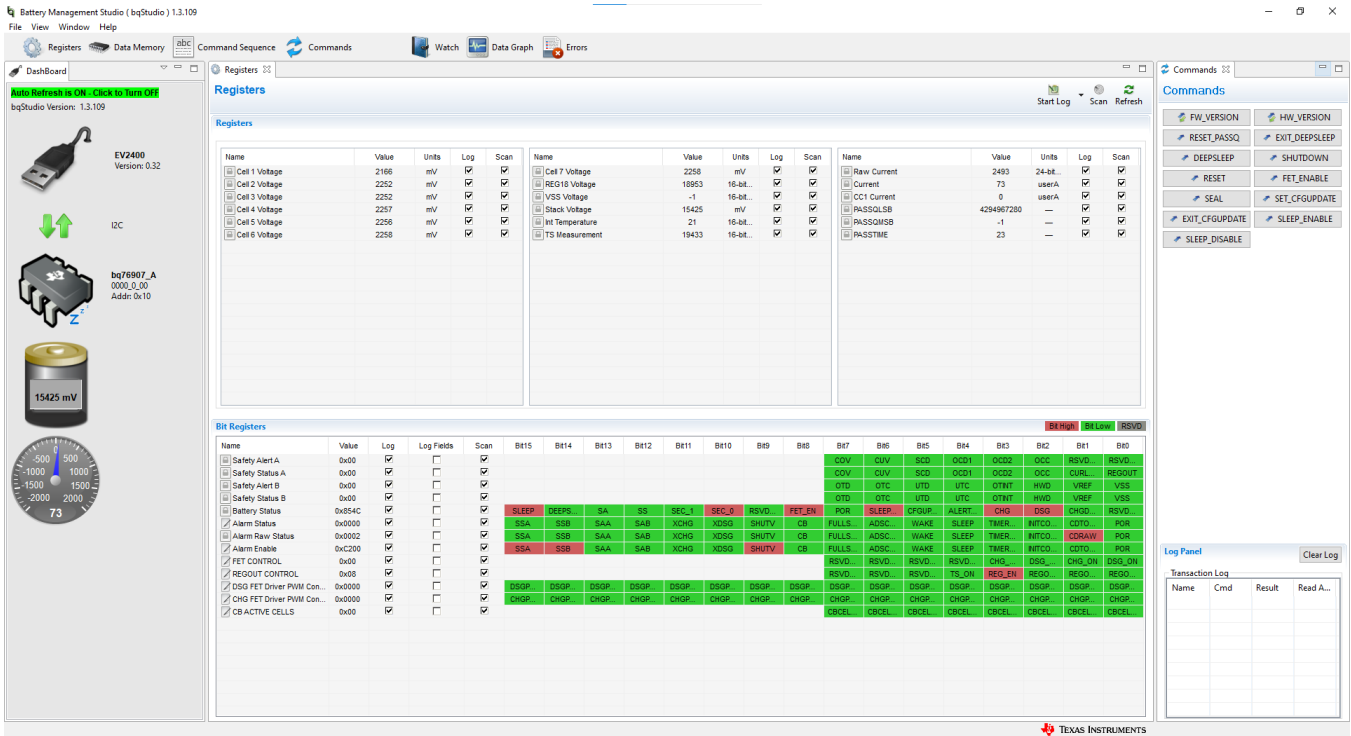


图 4-3. 包含器件的寄存器视图

窗口顶部显示了该器件的可用工具，点击工具图标可选择。从 **View** 菜单也可选择工具，如图 4-4 中所示。打开新工具会改变窗口中央的选项卡。并非所有器件都具有所介绍的所有工具。可同时激活多种工具，使用中央窗格显示的多种工具会在中央部分顶部作为选项卡显示。可根据需要点击 **X** 来关闭这些选项卡，但关闭选项卡可能会终止该选项卡中运行的操作。

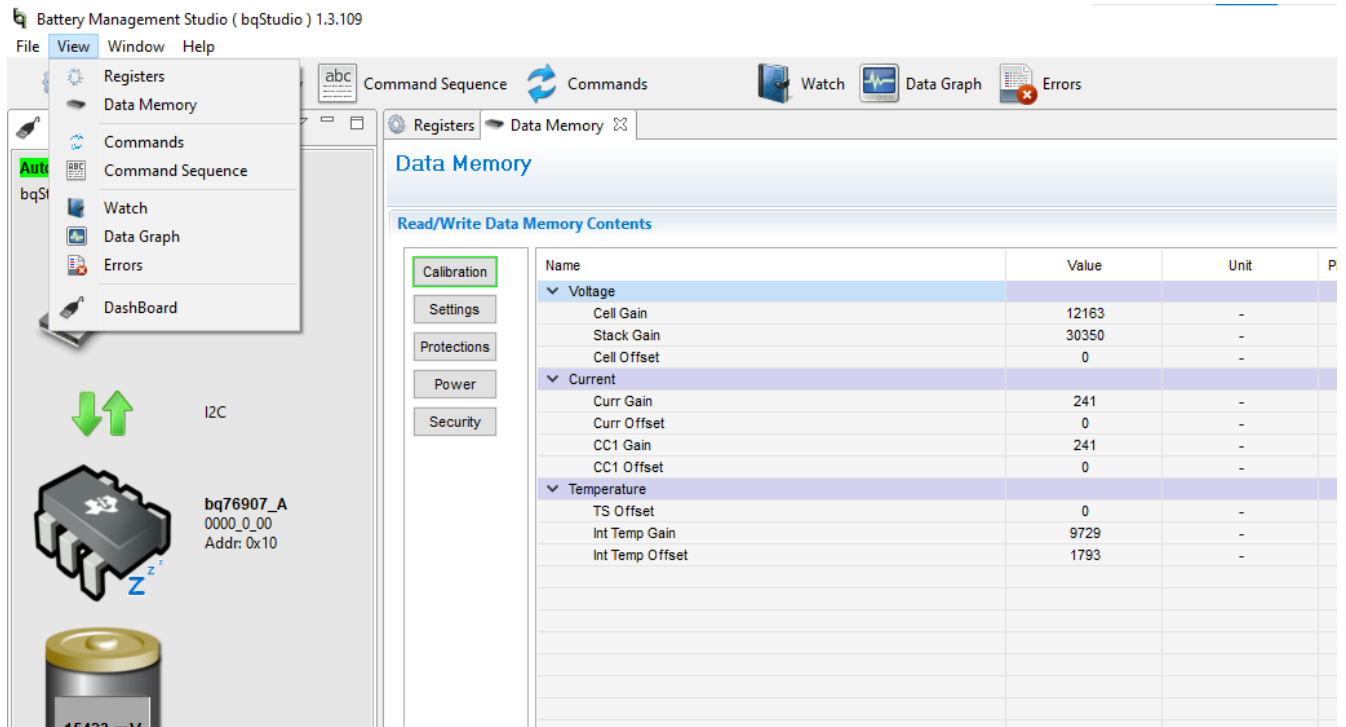


图 4-4. 工具选择

4.1.5 命令

BQStudio 窗口右侧显示“Commands”选项卡。利用此选项卡中的按钮可以通过向器件发送命令来读取有关器件的各种信息并进行特定操作。命令和返回的数据显示在该选项卡的“Log Panel”中。在通用评估中密封功能并不常见，在初始评估期间不推荐使用该功能。

小心
在没有记住密钥的情况下密封器件会降低 EVM 的功能。

4.1.6 数据存储

数据存储工具用于配置器件。可保存配置文件并在稍后加载，以继续进行评估。上电时，器件会加载出厂配置。可以使用数据存储工具将配置输入易失性寄存器。数据存储工具显示为 BQStudio 窗口中央窗格中的一个选项卡。图 4-5 展示了连接一个器件后的初始数据存储视图。配置设置分组为不同功能，可通过面板左侧的按钮访问。点击命名按钮可显示其他功能段。

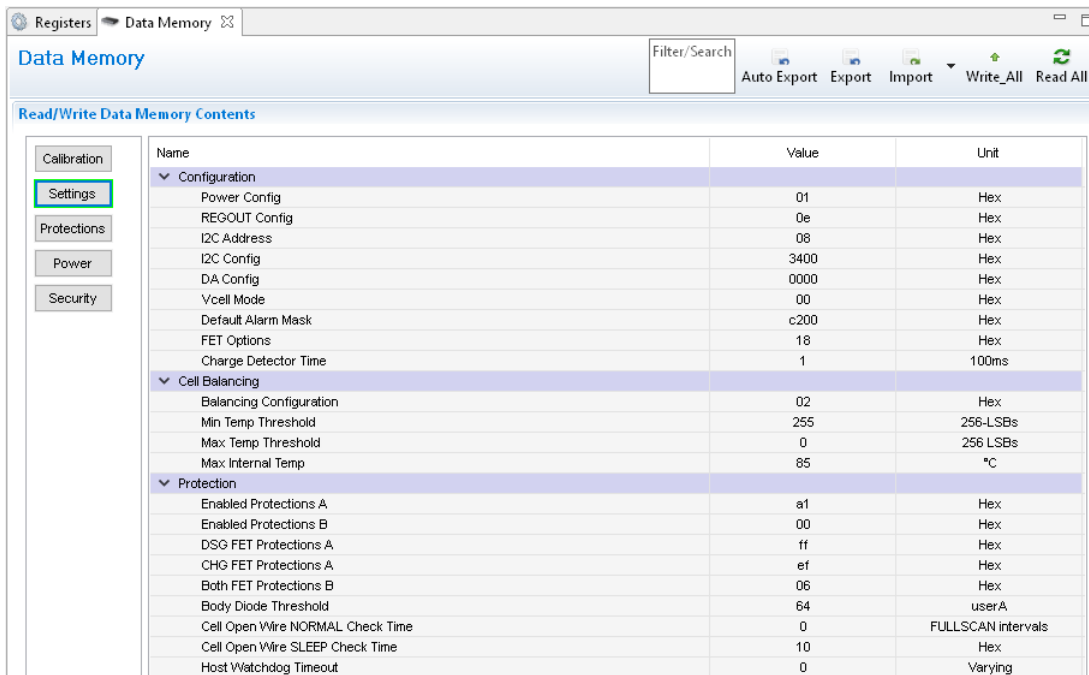


图 4-5. “Data Memory” 视图

4.1.6.1 输入、保存和加载配置

BQ76905 的大多数配置是通过在数据存储中设置值来完成的。使用“Data Memory”视图中的按钮可访问数据存储中的位置。面板顶部的 *Parameter View* 可选择基本参数，用于显示常用参数；或选择所有参数，用于显示更多配置参数。选择并输入值可更改数据值。参数寄存器是位字段，选中寄存器或值时，从弹出框中选择位可改变这些字段。位更改后必须写入数据存储，在位字段下方提供了一个按钮。图 4-6 展示了“Enabled Protections A”的位字段，这是 EVM 最基本的设置之一，通常必须更改。

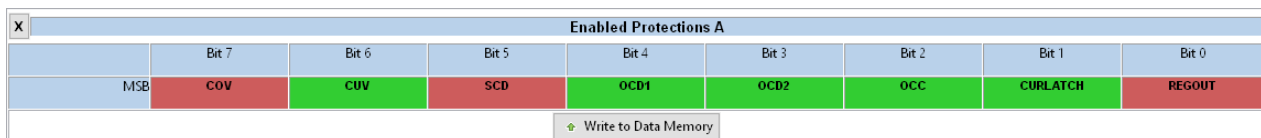


图 4-6. 数据存储位字段更改

通过更改存储器来更改配置可立即生效，但启用 FET 应使用 FET_ENABLE 命令。在 FET 上启用保护和启用保护操作还不够，必须使用该命令来启用 FET。

“Data Memory” 视图中的 *Export* 工具可将配置数据保存为逗号分隔值文件格式，通过电子表格程序即可访问此类文件。在导出前使用 *Read All* 按钮读取数据，可从器件中加载数据，而不是仅加载视图中的值。*Import* 工具可将保存的此类文件加载到视图中，这样它就可以写入器件。*Write All* 工具可将视图中的所有值写入器件中的寄存器。

4.1.7 命令序列

特性由命令控制，在 BQ76905 数据表中进行了介绍。数据来自寄存器，寄存器视图可显示数据，但用户可以向器件发送特定命令。命令序列工具可支持此操作，如图 4-7 中所示。*Device Send and Receive* 部分支持读取或写入单一或连续位置。*Command Sequence* 部分支持在序列中混合读取和写入。序列可存储在文件中，或从文件中调用。可在 *Command Sequence File Assignment Buttons* 部分为文件指定按钮。可在 *Transaction Log* 中查看结果，并根据需要保存为文件。

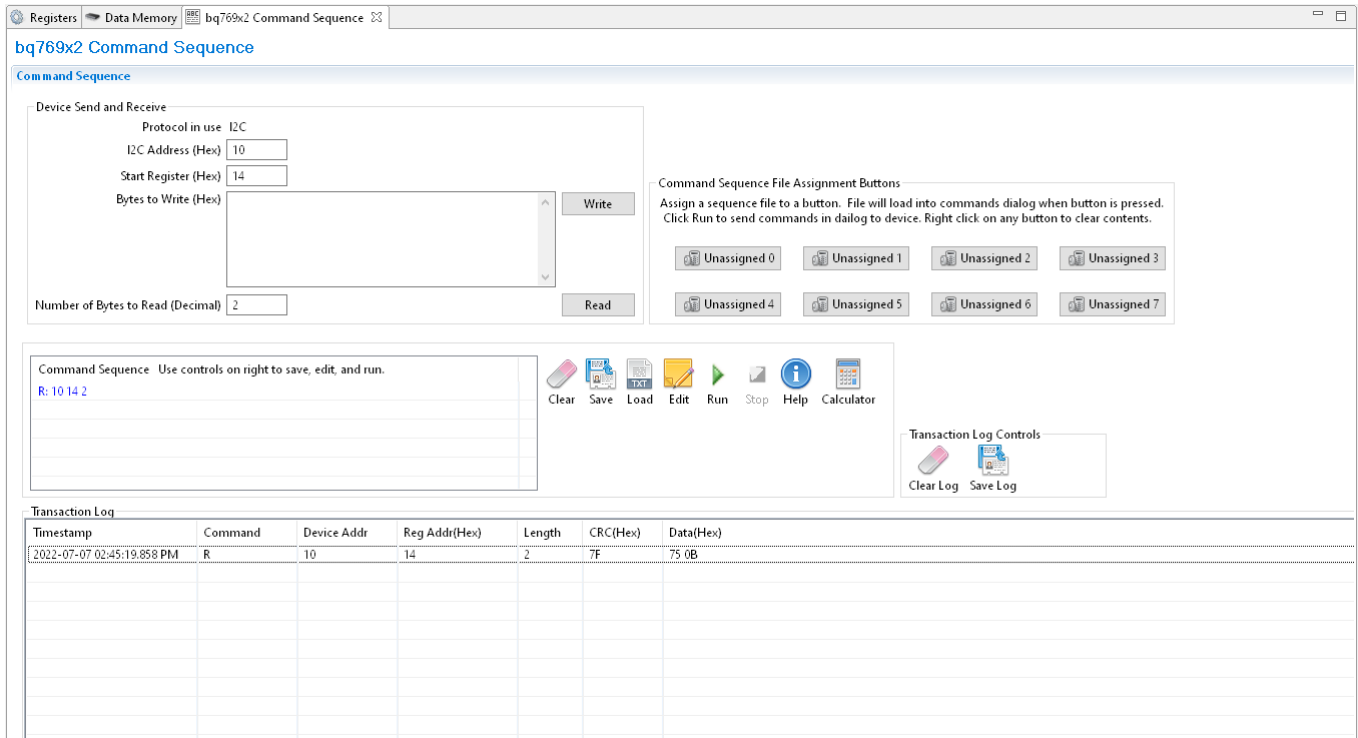


图 4-7. “Command Sequence” 视图

5 硬件设计文件

5.1 原理图

图 5-1 至图 5-2 展示了原理图。

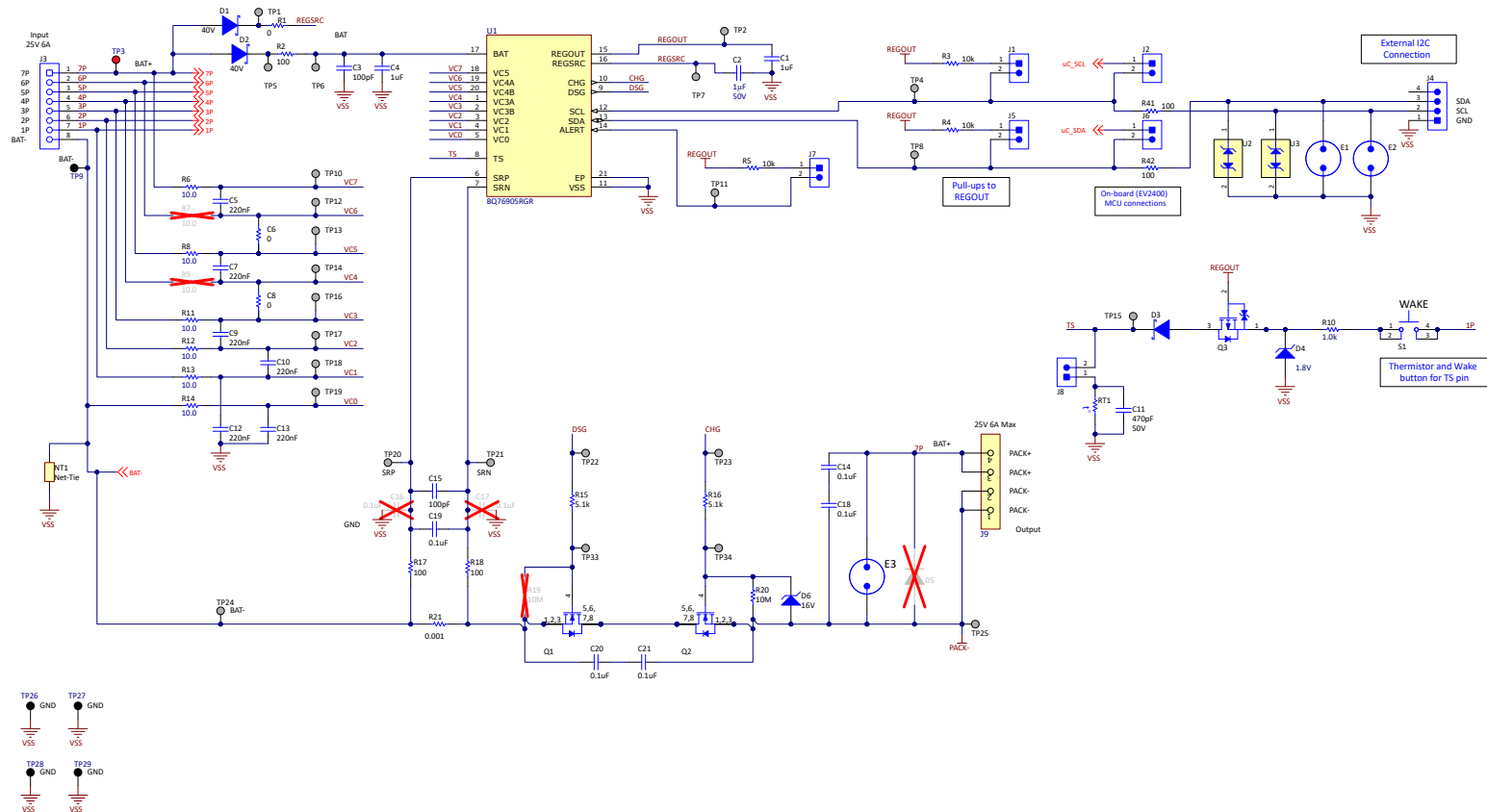


图 5-1. 监测器原理图

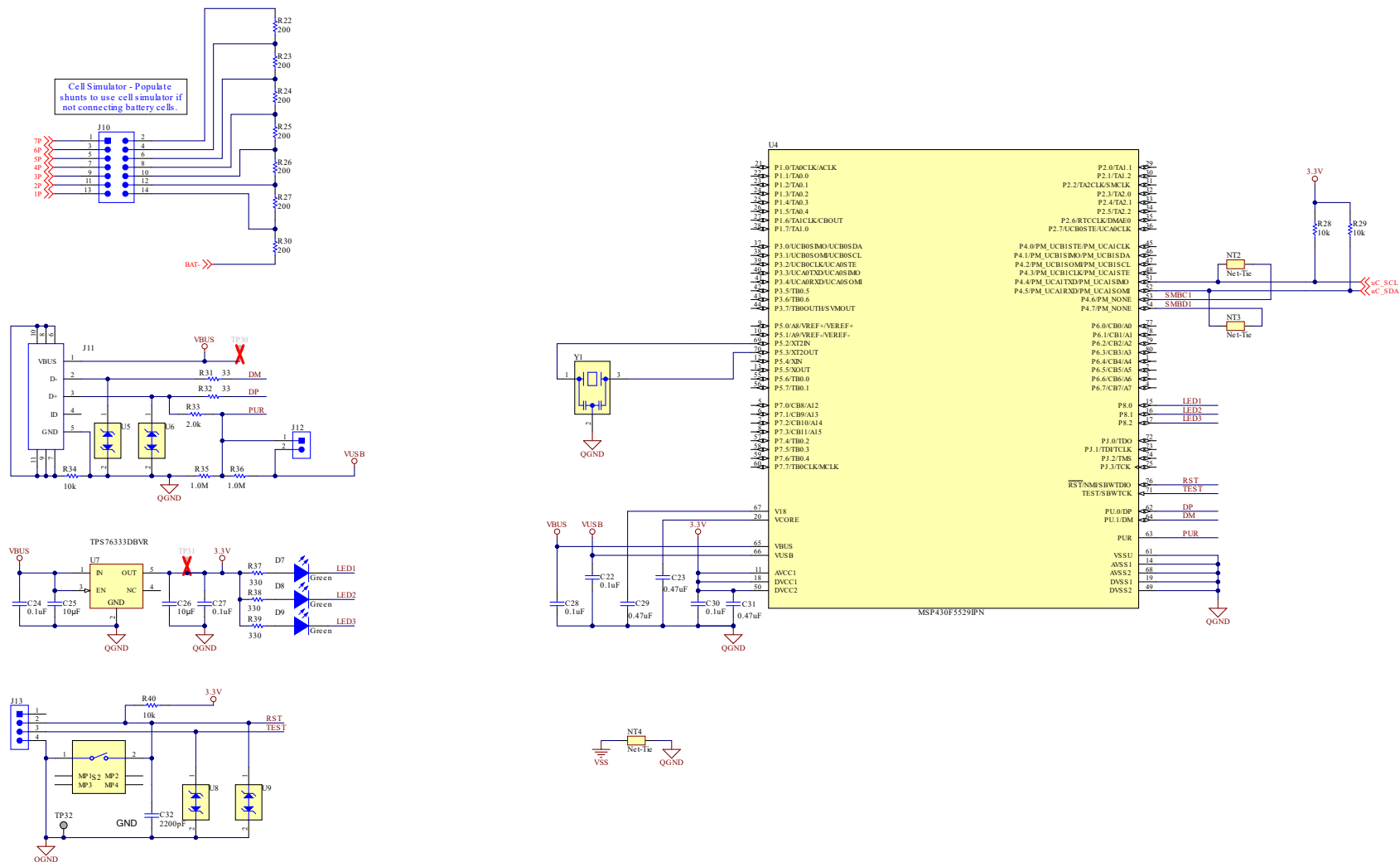


图 5-2. 原理图适配器

5.2 电路板布局

BQ76905EVM 电路模块是一个 2.175 英寸 × 4.4 英寸的 2 层电路卡组件。BQ76905EVM 被设计为左侧边缘具有连接到端子块的电池接头，易于组装。电池包端子用端子块连接到底部边缘。使用宽布线区域降低高电流路径的电压降。具有 USB 连接器的板载接口适配器位于右下角。

请参阅本文档的配置和操作部分中的其他信息。

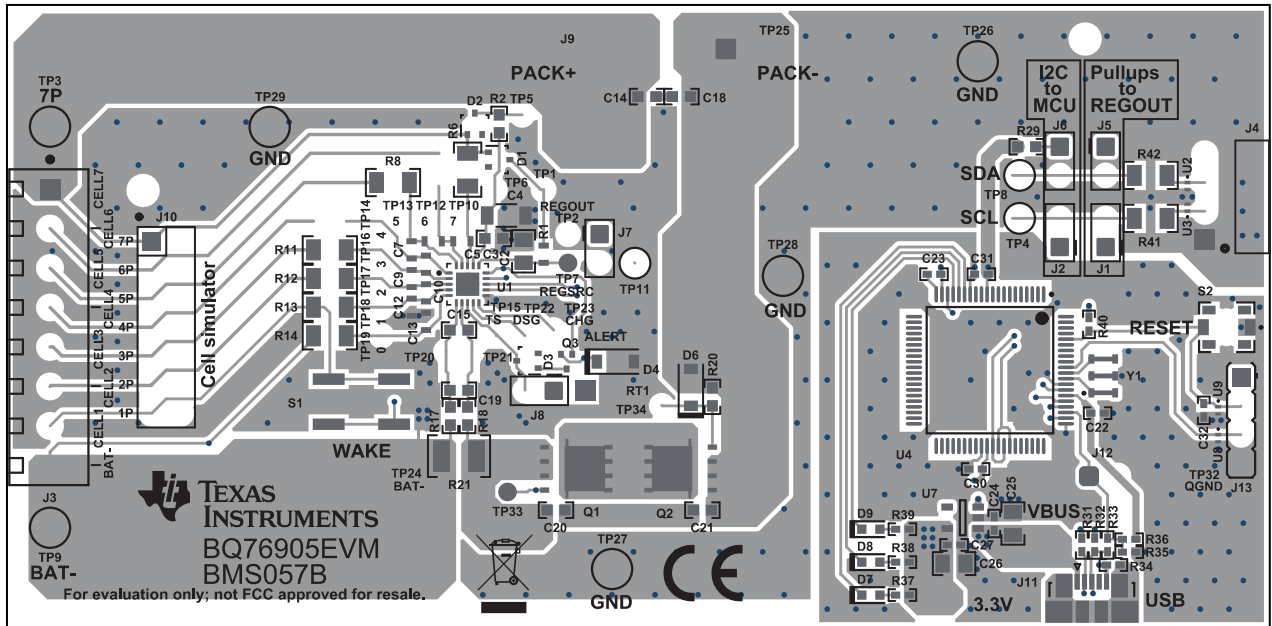


图 5-3. 顶层

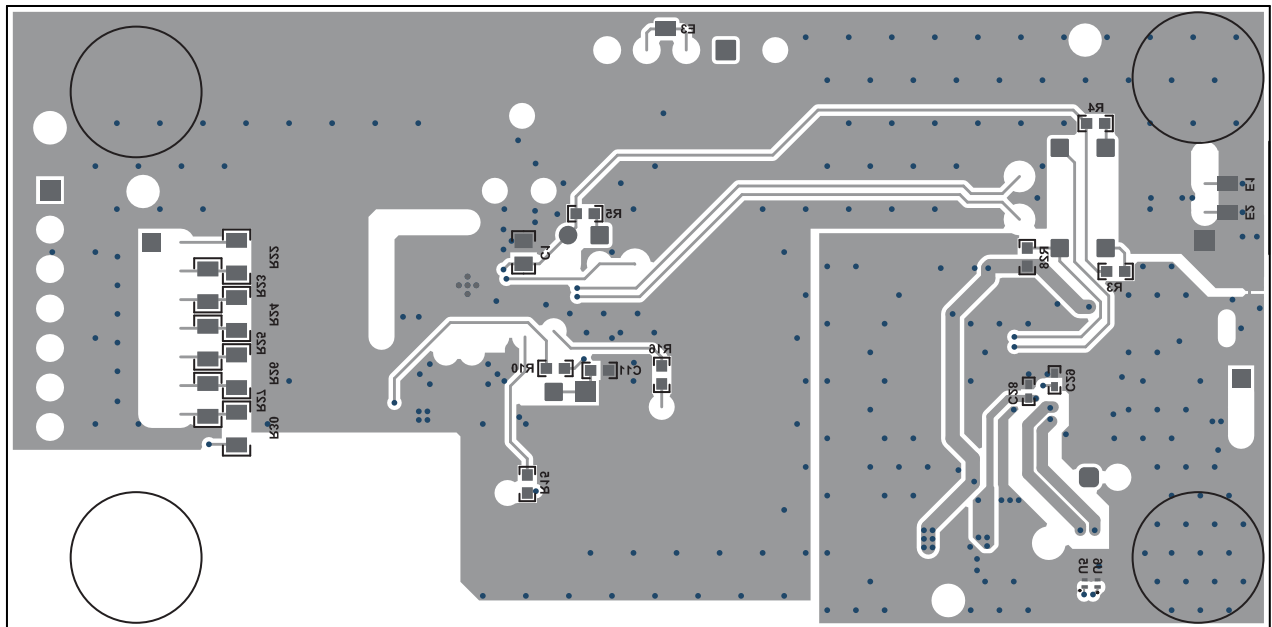


图 5-4. 底层

5.3 物料清单

该电路模块的物料清单如表 5-1 所示。替代器件可用于组件的制造。

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		BMS057	不限
C1	1	1uF	电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0805	0805	EMK212B7105KG-T	Taiyo Yuden
C2	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0805	0805	885012207103	Wurth Elektronik
C3、C15	2	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	0603	C0603C101J5GACTU	Kemet
C4	1	1uF	电容, 陶瓷, 1uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	CGA5L3X7R1H105K160AB	TDK
C5、C7、C9、C10、C12、C13	6	0.22 μ F	电容, 陶瓷, 0.22 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C1608X7R1H224K080AB	TDK
C6、C8	2	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	RMCF0603ZT0R00	Stackpole Electronics Inc
C11	1	470pF	电容, 陶瓷, 470pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C0603C471K5RACTU	Kemet
C14、C18、C19、C20、C21	5	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	885012206095	Wurth Elektronik
C22、C24、C27、C28、C30	5	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0402	0402	885012205037	Wurth Elektronik
C23、C29、C31	3	0.47uF	电容, 陶瓷, 0.47uF, 6.3V, +/-10%, X5R, 0402	0402	04026D474KAT2A	AVX
C25、C26	2	10uF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 16V, +/-10%, X5R, 0805	0805	CL21A106KOQNNNG	Samsung Electro-Mechanics
C32	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 10V, +/-10%, X7R, 0402	0402	885012205008	Wurth Elektronik
D1、D2、D3	3	40V	二极管, 肖特基, 40V, 0.2A, SOT-323	SOT-323	BAS40W-7-F	Diodes Inc.
D4	1	1.8V	二极管, 齐纳二极管, 1.8V, 500mW, SOD-123	SOD-123		
D6	1	16V	二极管, 齐纳, 16V, 500mW, SOD-123	SOD-123	MMSZ5246B-7-F	Diodes Inc.
D7、D8、D9	3	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0603	150060VS75000	Wurth Elektronik
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M

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
J1、J2、J5、J6、 J7、J8	6		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions
J3	1		端子块, 8x1, 3.5mm, TH	8x1 端子块	OSTTE080161	On-Shore Technology
J4	1		接头 (摩擦锁), 100mil, 4x1, R/A, TH	4x1 R/A 接头	22/05/3041	Molex
J9	1		端子块, 3.5mm, 垂直, 4 位置 PCB	HDR4	OSTTE040161	On Shore Technology
J10	1		接头, 100mil, 7x2, 锡, TH	接头, 7x2, 100mil, 锡	PEC07DAAN	Sullins Connector Solutions
J11	1		插座, Micro-USB Type B, 0.65mm, 5x1, R/A, 底部安装 SMT	插座, 0.65mm, 5x1, R/A, SMT	47346-1001	Molex
J12	1		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	61300211121	Würth Elektronik
J13	1		接头, 2.54mm, 4x1, 锡, TH	接头, 2.54mm, 4x1, TH	22284043	Molex
Q1、Q2	2	60V	MOSFET, N 沟道, 60V, 172A, DNK0008A (VSON-CLIP-8)	DNK0008A	CSD18532Q5B	德州仪器 (TI)
Q3	1	-20V	MOSFET, P 沟道, -20V, -0.2A, SOT-416	SOT-416		
R1	1	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R2、R17、R18	3	100	电阻, 100, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100RJNEA	Vishay-Dale
R3、R4、R5、R28、 R29	5	10k	电阻, 10k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310K0JNEA	Vishay-Dale
R6、R8、R11、 R12、R13、R14	6	10.0	电阻, 10.0, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW120610R0FKEA	Vishay-Dale
R10	1	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06033K00JNEA	Vishay-Dale
R15, R16	2	5.1k	电阻, 5.1k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	RC0603FR-072KL	Yageo
R20	1	10Meg	电阻, 10M, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310M0JNEA	Vishay-Dale
R21	1	0.001	电阻, 0.001, 1%, 1W, 1210	1210	PMR25HZPFV1L00	Rohm
R22、R23、R24、 R25、R26、R27、 R30	7	200	电阻, 200, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW1206200RFKEA	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
R31, R32	2	33	电阻, 33, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040233R0JNED	Vishay-Dale
R33	1	2.0k	电阻, 2.0k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04022K00JNED	Vishay-Dale
R34、R40	2	10k	电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K0JNED	Vishay-Dale
R35、R36	2	1.0Meg	电阻, 1.0M Ω , 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04021M00JNED	Vishay-Dale
R37、R38、R39	3	330	电阻, 330, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF3300X	Panasonic
R41、R42	2	100	电阻, 100, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW1206100RFKEA	Vishay-Dale
RT1	1	10k	热敏电阻 NTC, 10.0k 欧姆, 1%, 圆盘式, 5x8.4mm	圆盘式, 5x8.4mm	103AT-2	SEMITEC Corporation
S1	1		开关, 触控式, 单刀单掷-常开, SMT	开关, 6.2X5X6.2mm	KST221JLFS	C&K Components
S2	1		开关, SPST-NO, Off-Mom, 0.05A, 12VDC, SMD	3.9x2.9mm	PTS820 J20M SMTR LFS	C&K Components
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8、SH-J9、SH-J10、SH-J11	11	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP3	1		测试点, 多用途, 红色, TH	红色多用途测试点	5010	Keystone
TP9、TP26、TP27、TP28、TP29	5		测试点, 多用途, 黑色, TH	黑色多用途测试点	5011	Keystone
U1	1		适用于锂离子、锂聚合物和磷酸铁锂电池包的 2 节至 5 节串联高精度电池监测器和保护器	RGR20	BQ76905RGR	德州仪器 (TI)
U2、U3	2		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	TPD1E10B06DPYR	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		25MHz 混合信号微控制器, 具有 128KB 闪存、8192 B SRAM 和 63 GPIO, -40 至 85°C, 80 引脚 QFP (PN), 绿色 (符合 RoHS 标准, 无镉/溴)	PN0080A	MSP430F5529IPN	德州仪器 (TI)
U5、U6、U8、U9	4		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)
U7	1		单通道输出 LDO, 150mA, 固定 3.3V 输出, 2.7 至 10V 输入, 具有低 IQ, 5 引脚 SOT-23 (DBV), -40 至 125 摄氏度, 绿色环保 (RoHS, 无镉/溴)	DBV0005A	TPS76333DBVR	德州仪器 (TI)
Y1	1		谐振器, 4MHz, 39pF, AEC-Q200 1 级, SMD	4.5x1.2x2mm	CSTCR4M00G55B-R0	MuRata
C16、C17	0	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	885012206095	Würth Elektronik
D5	0	200V	二极管, 超快速, 200V, 3A, SMC	SMC	ES3D-E3/57T	Vishay-Semiconductor
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	0		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
R19	0	10Meg	电阻, 10M, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310M0JNEA	Vishay-Dale
TP30、TP31	0	红色	测试点, 紧凑, 红色, TH	红色紧凑型测试点	5005	Keystone

6 其他信息

商标

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

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