

Adrian Liu, Eason Zhou

摘要

MSPM0LXX 系列微控制器 (MCU) 产品系列是 MSPM0 的子系列，提供多种具有超低功耗以及集成式模拟和数字外设的 32 位 MCU，适用于检测、测量和控制应用。在执行复杂的实时应用的同时降低功耗是近期嵌入式应用面临的一项主要挑战。本文旨在构建一个简单的框架，以帮助开发人员快速设置 MSPM0L1306 和 BQ769x2 之间的通信。

内容

1 引言.....	3
2 硬件连接.....	3
3 软件结构和重要函数.....	6
3.1 系统初始化.....	6
3.2 低级命令控制.....	8
3.3 高级函数.....	8
4 重要函数的测试结果.....	10
4.1 读取警报状态.....	10
4.2 读取安全状态.....	10
4.3 读取 PF 状态.....	11
4.4 读取电流.....	12
4.5 读取所有温度.....	12
4.6 读取所有电压.....	14
5 参考文献.....	16

插图清单

图 2-1. 系统方框图.....	3
图 2-2. LP-MSPM0L1306 硬件板.....	4
图 2-3. BQ76952EVM 上 SDA 和 SCL 的 3.3V 上拉.....	5
图 2-4. MSPM0L1306 上 SDA 和 SCL 的 3.3V 上拉.....	5
图 3-1. 软件工程视图.....	6
图 3-2. SYSCFG_DL_init () 函数.....	6
图 3-3. SYSCFG_DL_I2C_0_init () 函数.....	7
图 3-4. Sysconfig 设置接口.....	7
图 3-5. 基本通信函数.....	8
图 3-6. BQ769x2 的基本函数.....	8
图 3-7. BQ769x2 的测量命令.....	9
图 3-8. BQ769x2 的读取结果.....	9
图 4-1. 所捕获的用于读取警报状态的 I2C 波形.....	10
图 4-2. 所捕获的用于读取安全状态的 I2C 波形.....	11
图 4-3. 所捕获的用于读取 PF 状态的 I2C 波形.....	12
图 4-4. 所捕获的用于读取电流的 I2C 波形.....	12
图 4-5. 用于读取 TS 温度的 I2C 波形.....	13
图 4-6. TS 温度读数的寄存器值.....	13
图 4-7. 所捕获的用于读取电池电压的 I2C 波形.....	14
图 4-8. 用于读取电池电压的寄存器值.....	15

表格清单

表 2-1. 连接 EVM.....	4
表 4-1. Alarm Status 命令说明.....	10
表 4-2. 安全状态命令说明.....	10
表 4-3. PF 状态命令说明.....	11
表 4-4. 读取电流命令说明.....	12
表 4-5. TS 温度命令说明.....	12
表 4-6. 电池电压命令说明.....	14

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

BQ769x2 是一款高度集成且精确的电池监控器件，适用于 3 节至 16 节电池包。MSPM0L1306 是 MSPM0 系列的高度集成、超低功耗 32 位 MCU。实际上，BQ769x2 监控器可以测量电池电压、温度和电流，并通过 I2C 接口将这些信息报告给 MCU (MSPM0)。然后，MCU 可以根据监控器提供的信息做出决策。该器件可以启用和禁用 FET，控制电池平衡特性，并根据特定用户需求做出各种响应。本应用手册提供了适用于 MSPM0L1306 和 BQ769x2 的 I2C 通信示例代码。

2 硬件连接

本应用报告中实施的 I2C 通信示例代码基于 BQ76952EVM 和 MSPM0L1306 LaunchPad。MSPM0L1306 用作 I2C 主器件，而 BQ76952 用作从器件。图 2-1 显示了简单的系统方框图。

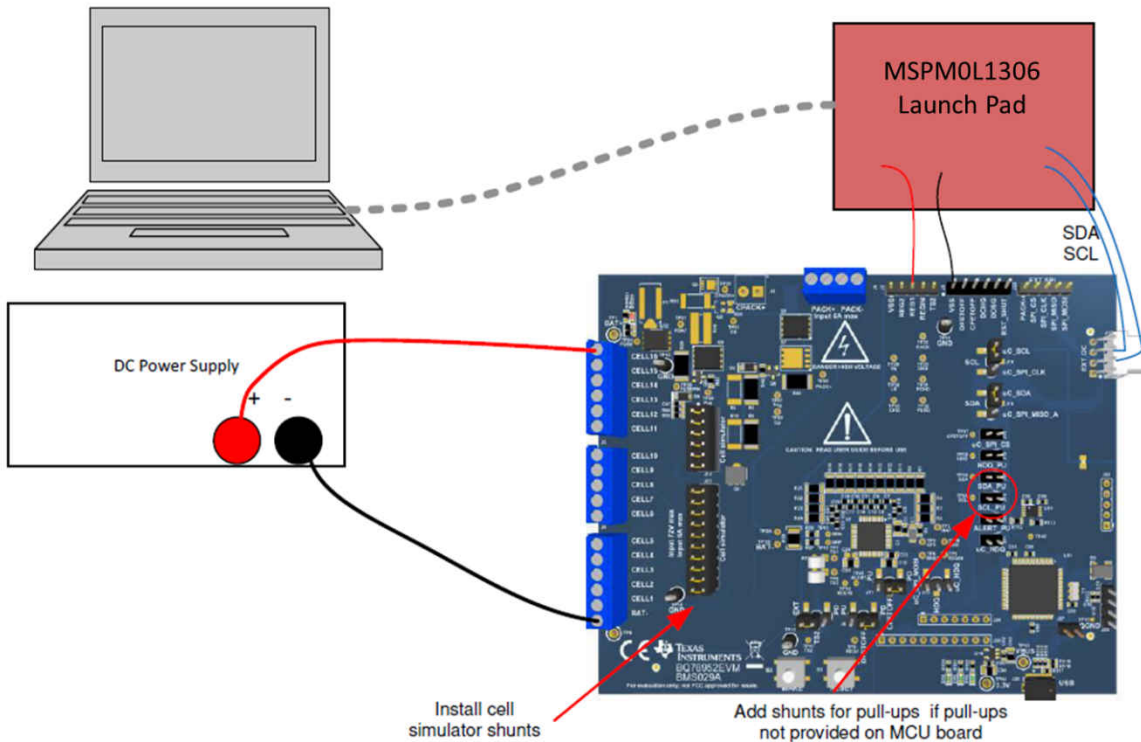


图 2-1. 系统方框图

对于 BQ76952EVM，需要通过将 BQ76952 芯片与板载 MCU (EV2400) 结合使用来检查该芯片。下载最新版本的 BQStudio (BQSTUDIO-TEST 版本)，并按照“EVM 用户指南”的“快速入门”部分中的步骤进行操作。

1. 在 EVM 的“BAT-”和“CELL16”端子之间连接一个最小可提供 250mA 电流的 10V-72V 直流电源，为器件供电。
2. 将 USB 电缆从 EVM 上的 micro-USB 连接器连接到 PC。连接后，三个绿色 LED 将亮起。
3. 检查 BQStudio 窗口左侧的 BQStudio 仪表板。仪表板指示板载 MCU 是否已连接以及它使用的固件版本。仪表板还指示 BQ76952 器件是否正在成功通信。

确认 BQ76952EVM 板成功运行后，我们可以开始在 MSPM0 和 BQ769x2 之间设置 I2C 桥接器。如果 BQ769x2 EVM 上的 USB 未通电，请记住移除 uC_SCL(J19) 和 uC_SDA(J16) 上的连接器。

对于 MSPM0L1306 Launchpad，PA1 配置为 SCL 引脚，PA0 配置为 SDA 引脚。并且 MSPM0L1306 使用主机上的 USB 端口供电。表 2-1 显示了两个 EVM 之间的信号和电源连接。

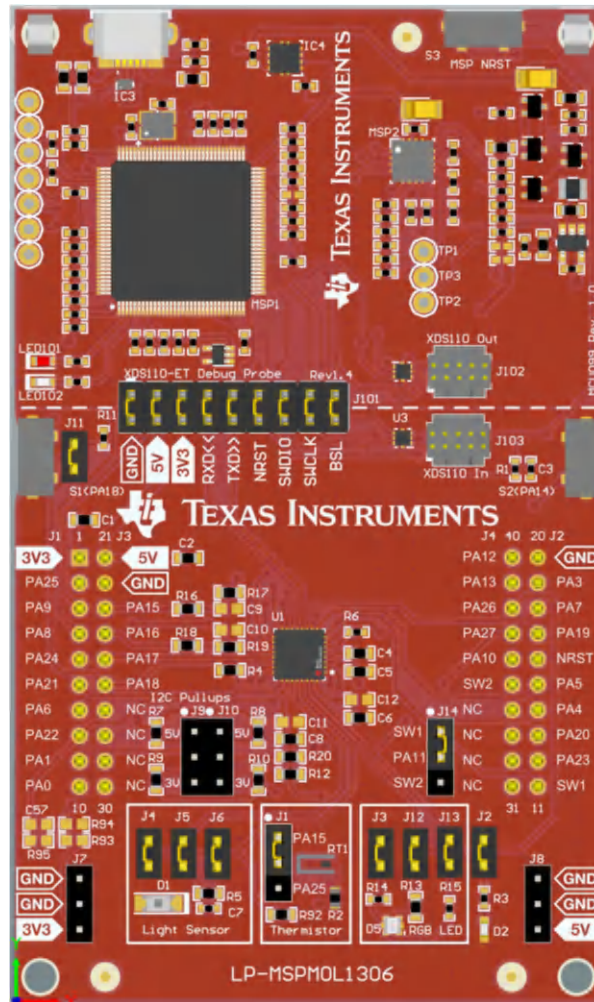


图 2-2. LP-MSPM0L1306 硬件板

表 2-1. 连接 EVM

连接类型	接头名称	LP-MSPM0L1306 引脚编号：引脚名称	BQ76952EVM 引脚编号：引脚名称
I2C 接口	I2C : SCL	PA.1 : I2C0_SCL	J17-2 : P26
	I2C : SDA	PA.0 : I2C0_SDA	J17-3 : P27
电源连接	电源 : 3.3V	J1-1	J2-3 : REG1
	电源 : 接地	J1-22	J5-1 : VSS

对于 I2C 接口，除了连接 SCL 和 SDA 外，两块电路板上还要实施上拉解决方案。您可以根据实际情况选择一个 EVM 来上拉 SDA 和 SCL。

对于 BQ76952EVM，短接 J15 和 J18 可以上拉 SDA 和 SCL。上拉电阻的默认值为 10kΩ。应根据 I2C 总线速度对其进行调整。图 2-3 显示了 BQ76952EVM 上的上拉跳线图。

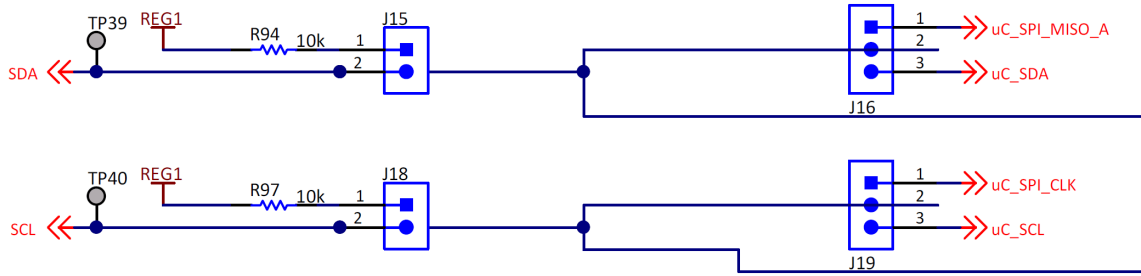


图 2-3. BQ76952EVM 上 SDA 和 SCL 的 3.3V 上拉

对于 Launchpad，短接 J9-2-3 和 J10-2-3 可以上拉 SDA 和 SCL。上拉电阻的默认值为 2.2kΩ。还可以根据 I2C 总线速度调整该值。图 2-4 显示了 MSPM0L1306 Launchpad 上的上拉跳线图。

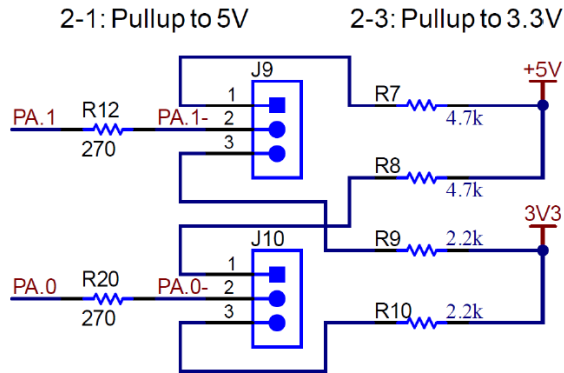


图 2-4. MSPM0L1306 上 SDA 和 SCL 的 3.3V 上拉

有关未提及的其他器件的说明，请参阅“BQ76952EVM 用户指南”和“LP-MAPM0L1306 Launchpad 用户指南”。

3 软件结构和重要函数

软件工程如图 3-1 所示，在 CCS 中开发。这是[软件工程链接](#)。软件工程主要由三个部分组成。对于其他文件，这些文件是 MSPM0 工程的默认文件。

BQ769x2_protocol 声明了 BQ769x2 TRM 中的所有内存寄存器、直接命令、子命令和仅包含命令的子命令的定义。BQ769x2_protocol 还具有获取相关状态、故障和测量结果的函数。

I2C_Communication 主要包括 M0 的基于 I2C 协议的读写寄存器函数。

Main 包含最高的系统函数代码。按下按钮 (PA14) 后，MSPM0 将开始与 BQ769x2 通信。有关软件的更多详细信息，请参阅以下部分。

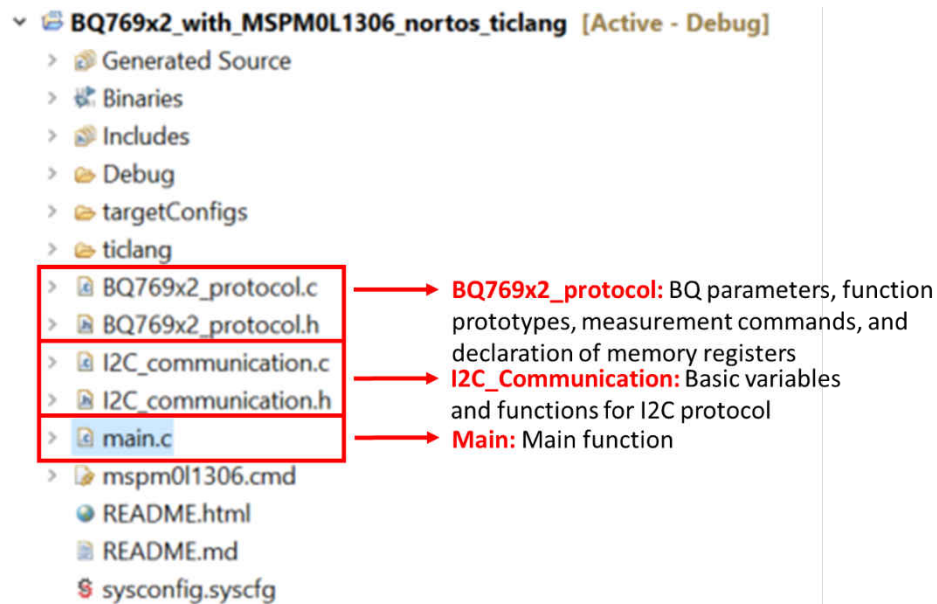


图 3-1. 软件工程视图

3.1 系统初始化

本应用手册中创建的所示示例代码旨在使用 MSPM0 I2C 接口控制 BQ76952 并实现必要的命令。最终代码由三种类型的函数组成：MSPM0 初始化函数、I2C 通信函数和 BQ76952 函数。该代码演示了如何通过 I2C 接口使 MSPM0 与 BQ76952 进行通信并实施特定的命令。

MSPM0 初始化用于 MCU 电源、系统控制器、系统时钟和 I2C 外设的系统初始化，如图 3-2 和图 3-3 所示。所有配置都通过 Sysconfig (图形代码生成工具) 完成。MSPM0 中的 I2C 外设配置为控制器器件以与 BQ769x2 通信。

```

SYSCONFIG_WEAK void SYSCFG_DL_init(void)
{
    SYSCFG_DL_initPower();
    SYSCFG_DL_GPIO_init();
    /* Module-Specific Initializations*/
    SYSCFG_DL_SYCTL_init();
    SYSCFG_DL_I2C_0_init();
}
    
```

图 3-2. SYSCFG_DL_init () 函数

```

SYSCONFIG_WEAK void SYSCFG_DL_I2C_0_init(void) {

    DL_I2C_setClockConfig(I2C_0_INST,
        (DL_I2C_ClockConfig *) &gI2C_0ClockConfig);
    DL_I2C_disableAnalogGlitchFilter(I2C_0_INST);

    /* Configure Controller Mode */
    DL_I2C_resetControllerTransfer(I2C_0_INST);
    /* Set frequency to 400000 Hz*/
    DL_I2C_setTimerPeriod(I2C_0_INST, 7);
    DL_I2C_setControllerTXFIFOThreshold(I2C_0_INST, DL_I2C_TX_FIFO_LEVEL_BYTES_1);
    DL_I2C_setControllerRXFIFOThreshold(I2C_0_INST, DL_I2C_RX_FIFO_LEVEL_BYTES_1);
    DL_I2C_enableControllerClockStretching(I2C_0_INST);

    /* Enable module */
    DL_I2C_enableController(I2C_0_INST);
}
    
```

图 3-3. SYSCFG_DL_I2C_0_init () 函数

I2C 模块由 SYSCFG_DL_I2C_0_init() 函数初始化。I2C 模块的时钟源是 BUSCLK，它取决于 MSPM0L 的电源域。I2C 标准总线速度可配置为三种模式：标准模式 (100k)、快速模式 (400k) 和超快速模式 (1M)。此代码设置为 100kHz。有关这些设置的所有详细信息，请参阅 CCS Sysconfig 页面。

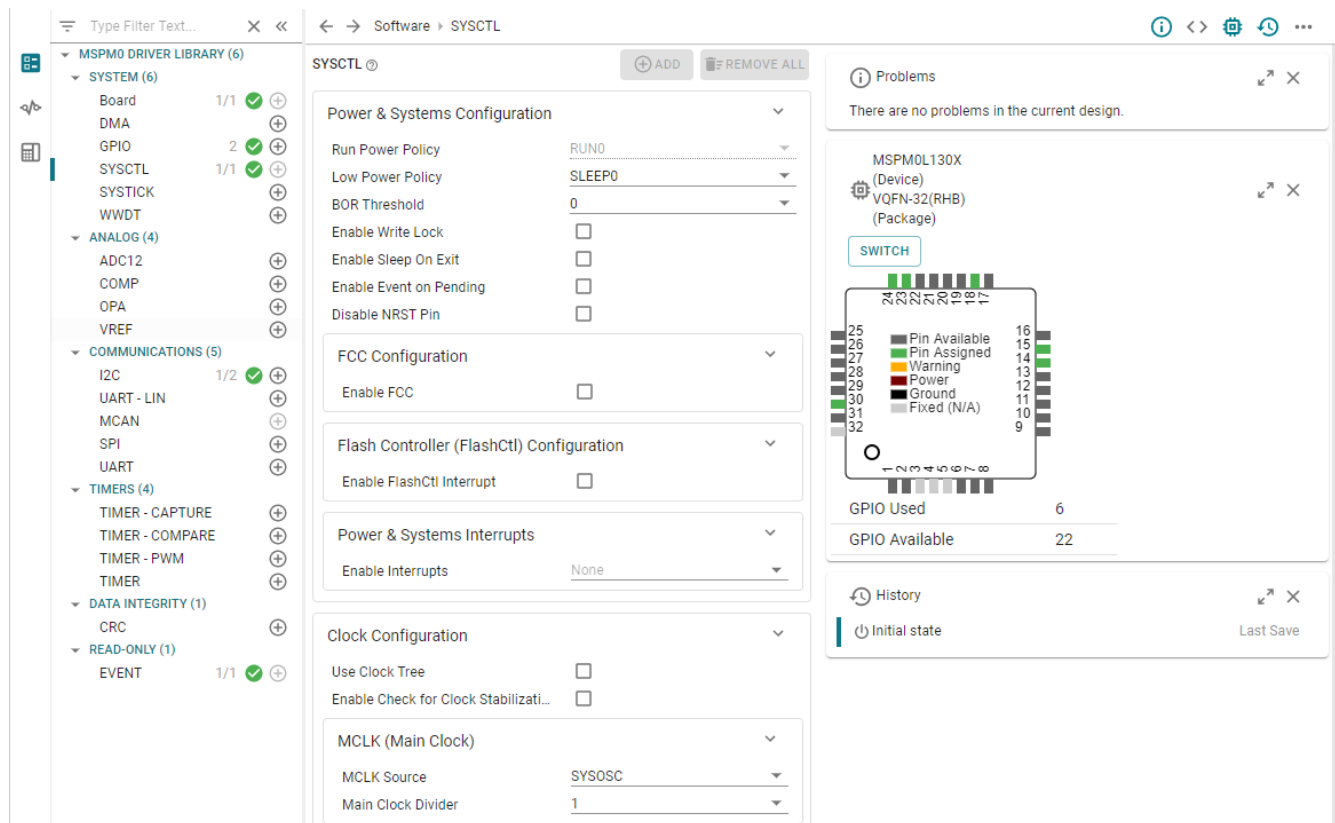


图 3-4. Sysconfig 设置接口

3.2 低级命令控制

此示例基于 M0 的内部集成电路 (I2C) 驱动程序库 (dl_i2c.h) 提供基本 BQ769x2 寄存器控制函数，如图 3-5 所示。

```

//*****I2C write register *****
void I2C_WriteReg(uint8_t reg_addr, uint8_t *reg_data, uint8_t count)

//*****I2C read register *****
void I2C_ReadReg(uint8_t reg_addr, uint8_t *reg_data, uint8_t count)
    
```

图 3-5. 基本通信函数

这些函数用于以字节为单位写入和读取从器件寄存器。参考“BQ769x2 技术参考手册”和数据表，可以在寄存器控制函数的基础之上实现直接命令、子命令以及对 RAM 寄存器的读写。图 3-6 中列出了函数的原型。

```

//*****Function prototypes of BQ *****
void DirectCommands(uint8_t command, uint16_t data, uint8_t type)

void CommandSubcommands(uint16_t command)

void CommandSubcommands(uint16_t command)

void BQ769x2_SetRegister(uint16_t reg_addr, uint32_t reg_data, uint8_t datalen)
    
```

图 3-6. BQ769x2 的基本函数

直接命令、子命令和仅包含命令的子命令是可供用户使用的预定义函数，用于简化与电池监控器的通信。

对于直接命令函数，输入参数是命令、数据和类型。类型分为两种：读取和写入。对于读取类型，用户可以读取命令地址中的数据，以及存储在要读取的全局变量的 Rx 状态中的数据。对于写入类型，用户可以将数据写入命令地址。

对于命令子命令函数，输入参数是子命令，例如关断和复位。此函数所做的只是格式化传输数组，然后将数组写入十六进制 3E，其中，监控器随后将根据命令运行。

子命令函数与仅包含命令的子命令不同，因为每个命令都有关联的数据，无论是读取数据还是写入数据。输入参数与 BQ769x2 SetRegister 函数类似，但最后一个输入是类型。此输入可以是定义的宏 R (用于读取)、W (用于写入) 或 W2 (用于写入两个字节)。

对于 BQ769x2 SetRegister 函数，输入参数是数据存储器寄存器地址、打算写入的数据存储器以及以字节为单位的数据长度。首先，针对子命令的初始写入在直接存储器中写入十六进制 3E，然后，对于校验和 (用于验证所输入的传输数据是正确的) 向寄存器写入十六进制 60。最后，对于三种不同的数据长度有不同的情况。

命令的完整列表可在 [BQ76952 技术参考手册](#) 中找到。

3.3 高级函数

此示例代码与 BQ76952 中集成的预定义命令相结合，提供了多个运行 BQ76952 的函数，以帮助客户直接读取电压、电流、温度以及读取状态。图 3-7 列出了主要函数。


```

// ***** BQ769x2 Measurement Commands *****
void BQ769x2_ReadAlarmStatus()

void BQ769x2_ReadSafetyStatus()

void BQ769x2_ReadPFStatus()

void BQ769x2_ReadCurrent()

void BQ769x2_ReadAllTemperatures()

void BQ769x2_ReadPassQ()

void BQ769x2_ReadAllVoltages()
  
```

图 3-7. BQ769x2 的测量命令

这些 API 使用上述的一些命令通过 I2C 基于 BQ76952 完成特定函数。

对于 `ReadAlarmStatus` 函数，它可用于检索警报位。警报状态命令为 `0x62`，可以读取和写入。当某个屏蔽的标志从低电平转换为高电平时，该标志会锁存 `0x62` 中的相应位。主机可以读取状态，并通过向 `0x62` 写入 `1` 来清除这些锁存的位。

对于 `ReadSafetyStatus` 函数，BQ76952 器件集成了广泛的电池管理保护套件，不仅能启用单项保护，还能选择哪些保护会导致对 FET 进行自主控制。可通过 `0x03 Safety Status A`、`0x05 Safety Status B` 和 `0x07 Safety Status C` 命令获得显示可能存在哪些安全故障的标志，存在这些标志会通过 `ALERT` 引脚使主机处理器中断。`Read Safety Status` 函数会依次读取 `0x03`、`0x05` 和 `0x07` 寄存器，如果这三个寄存器的读回值中有任何标志，则触发保护位。有关位描述的更多详细信息，请参阅器件相关的 TRM。

对于 `ReadRFStatus` 函数，BQ76952 器件集成了一套对电池运行和状态进行检查的功能，如果认为情况严重到应该持久禁用电池包，则触发持久失效 (PF)。发生持久失效时，BQ76952 器件可配置为在相关 PF 状态寄存器中提供一个标志。

对于 `ReadAllTemperatures` 函数，它可以报告与引脚 `TS1`、`TS2` 和 `TS3` 相对应的最新温度测量值，并将它们更新为一个 `float` 类型数据数组。EVM 上有两个不同的热敏电阻。其中一个连接 `TS1` 引脚。另一个连接 `TS3` 引脚。

对于 `ReadPassQ` 函数，它可以通过 `0x0076 DASTATUS6()` 子命令报告一个 64 位值，其中包括以 `userAmp` 小时为单位的累计通过电荷的整数部分和小数部分以及通过电荷的秒数。

最后，对于 `ReadAllVoltages` 函数，包含此函数旨在以迭代方式读取所有电压。它使用直接命令函数读取在测量命令中获取的各种电压信息，如表 4-6 所示。并将这些电压信息放入 `CellVoltage` 数组中。当该函数通过所有电池电压后，它将读取 `Stack_Voltage`、`Pack_Voltage` 和 `LD_Voltage`，并将这些值放在各自的变量中。

这些示例的位事务详细信息将在下一节中展示。

所有读取结果都保存在协议文件的这些参数中 (图 3-8)：

```

// Global Variables for cell voltages, temperatures, Stack voltage, PACK Pin voltage, LD Pin voltage, CC2 current
uint16_t CellVoltage [16] = {0x01,0x02,0x03,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};
float Temperature [3] = {0,0,0};
uint16_t Stack_Voltage = 0x00;
uint16_t Pack_Voltage = 0x00;
uint16_t LD_Voltage = 0x00;
uint16_t Pack_Current = 0x00;
uint16_t AlarmBits = 0x00;
  
```

图 3-8. BQ769x2 的读取结果

4 重要函数的测试结果

4.1 读取警报状态

表 4-1 显示了如何读取 BQ76952 的警报状态。BQ769x2 ReadAlarmStatus 函数可用于检索警报位。如图 4-1 所示，配置 BQ76952 之前的读回值为零，而相关位在 BQ769x2_Init 之后发生变化。数据以小字节顺序格式返回，在以下示例中，16 位 Alarm Status 读取 0x5082（这对应于在 Safety Status A () 中设置一个位），全电压扫描完成，电压 ADC 扫描完成。有关寄存器的更多说明，请参阅技术参考手册。

表 4-1. Alarm Status 命令说明

命令	名称	单位	类型	说明
0x62	Alarm Status	十六进制	H2	用于使 ALERT 引脚生效的锁存信号。向某个位写入高电平以清除锁存。可在警报状态寄存器中找到位描述。

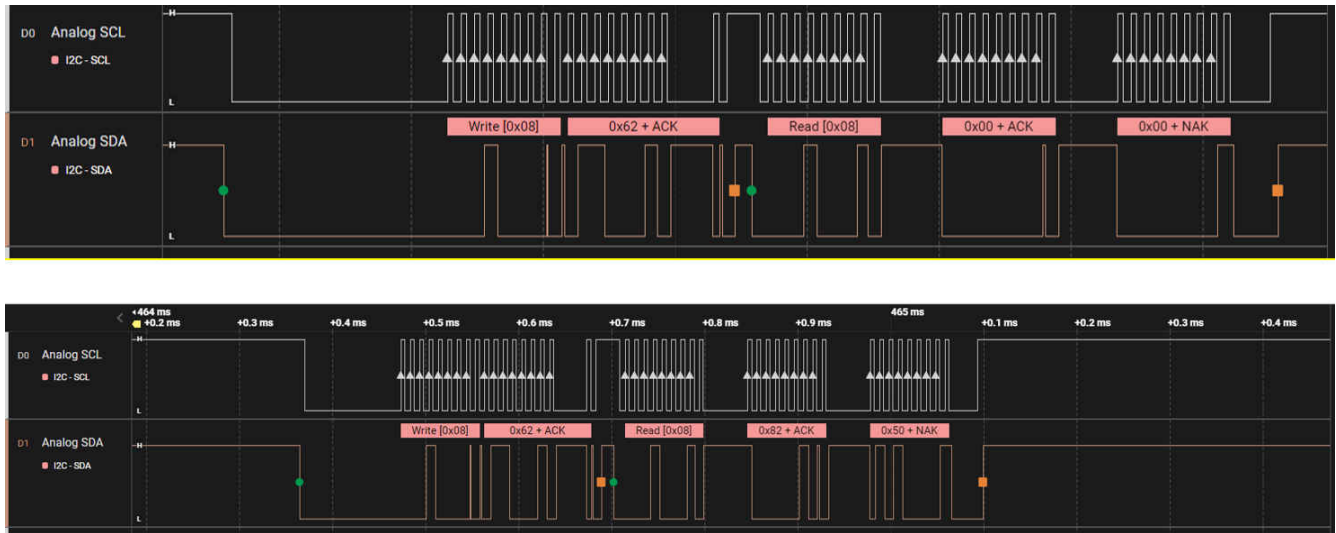


图 4-1. 所捕获的用于读取警报状态的 I2C 波形

4.2 读取安全状态

表 4-2 显示了如何读取 BQ76952 的安全状态。以下示例依次读取 0x03、0x05 和 0x07，0x03 中返回的值为 0x0004，这意味着存在电池欠压安全故障。更多状态说明可在 TRM 中找到。

表 4-2. 安全状态命令说明

命令	名称	单位	类型	说明
0x03	Safety Status A	十六进制	H1	在触发启用的安全故障时提供单独的故障信号。位描述可在 Safety Status A 寄存器中找到。
0x05	Safety Status B	十六进制	H1	在触发启用的安全故障时提供单独的故障信号。位描述可在 Safety Status B 寄存器中找到。
0x07	Safety Status C	十六进制	H1	在触发启用的安全故障时提供单独的故障信号。位描述可在 Safety Status C 寄存器中找到。

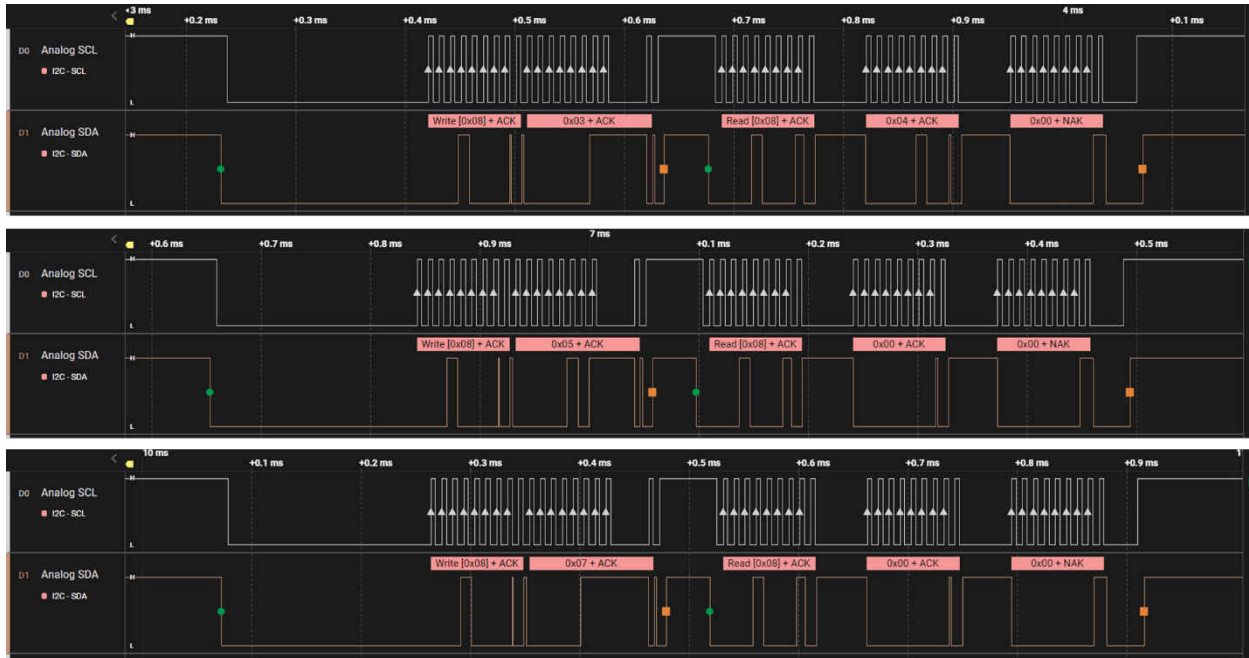


图 4-2. 所捕获的用于读取安全状态的 I2C 波形

4.3 读取 PF 状态

表 4-3 显示了如何读取 BQ76952 的 PF 状态。在下面的例子中，PF Status A、B、C 的读取值为 0x0000，表示没有发生严重故障。

表 4-3. PF 状态命令说明

命令	名称	单位	类型	说明
0x0B	PF Status A	十六进制	H1	当启用的永久失效故障被触发时，提供单独的故障信号。位描述可在 PF Status A 寄存器中找到。
0x0D	PF Status B	十六进制	H1	当启用的永久失效故障被触发时，提供单独的故障信号。位描述可在 PF Status B 寄存器中找到。
0x0F	PF Status C	十六进制	H1	当启用的永久失效故障被触发时，提供单独的故障信号。位描述可在 PF Status C 寄存器中找到。

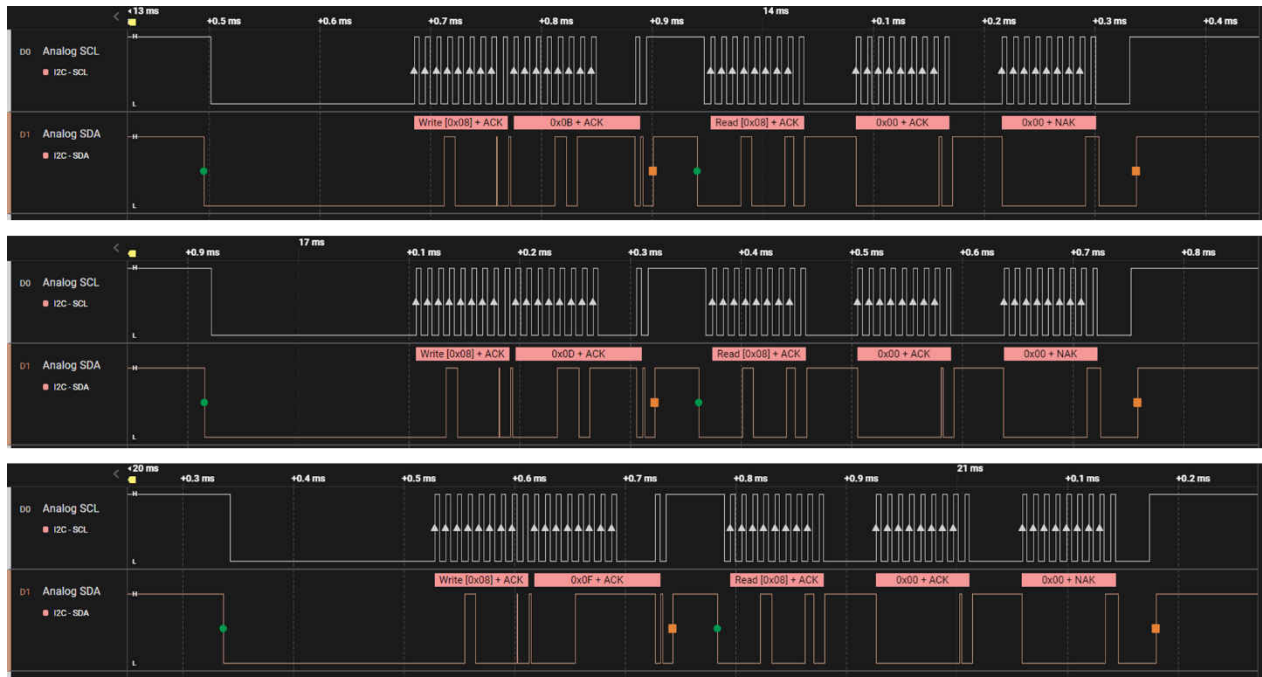


图 4-3. 所捕获的用于读取 PF 状态的 I2C 波形

4.4 读取电流

读取电流使用 DirectCommand 函数从 0x3A 读取 CC2 电流值并返回该值。读回值以 mA 为单位报告。

表 4-4 示出了如何从 CC2 读取 16 位电流测量值。以下波形中的电流值为 0x00F，转换为十进制值 15mA。

表 4-4. 读取电流命令说明

命令	名称	单位	类型	说明
0x3A	CC2 电流	userA	I2	16 位 CC2 电流

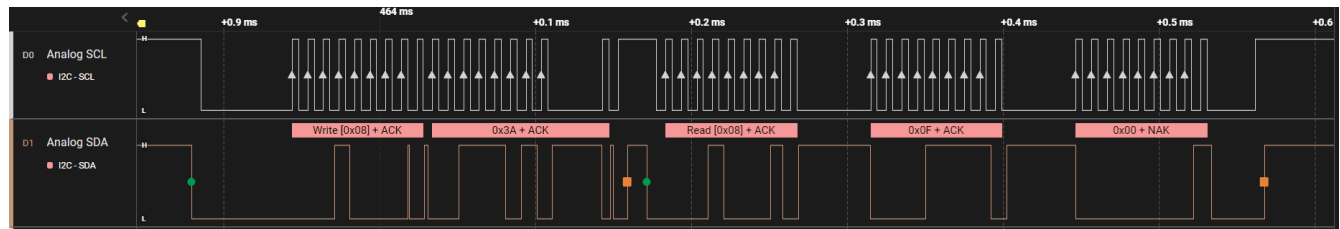


图 4-4. 所捕获的用于读取电流的 I2C 波形

4.5 读取所有温度

“读取所有温度”采用表 4-5 中所示的三个命令，并使 DirectCommands 函数读取它们。最后返回它们的浮点值。表 4-5 显示了如何读取 BQ76952 的 TS 温度。在这个示例代码中，只配置了 TS1 和 TS3，因此只有这两个有返回值。在下面的例子中，TS1 的读数是 0x0B9D，代表一个十进制数 2973 (297.3K)，然后换算成大约 24.15°C。TS3 的读数为 0x0B9A，代表一个十进制数 2970 (297.0K)，然后换算成大约 23.85°C。

表 4-5. TS 温度命令说明

命令	名称	单位	类型	说明
0x70	TS1 Temperature	0.1K	I2	当 TS1 引脚配置为热敏电阻输入时，就会报告其最近的温度测量值。当配置为 ADCIN 时，就会报告 TS1 引脚上的测量电压，单位为毫伏。
0x72	TS2 Temperature	0.1K	I2	当 TS2 引脚配置为热敏电阻输入时，就会报告其最近的温度测量值。当配置为 ADCIN 时，就会报告 TS2 引脚上的测量电压，单位为毫伏。

表 4-5. TS 温度命令说明 (continued)

命令	名称	单位	类型	说明
0x74	TS3 Temperature	0.1K	I2	当 TS3 引脚配置为热敏电阻输入时，就会报告其最近的温度测量值。当配置为 ADCIN 时，就会报告 TS3 引脚上的测量电压，单位为毫伏。

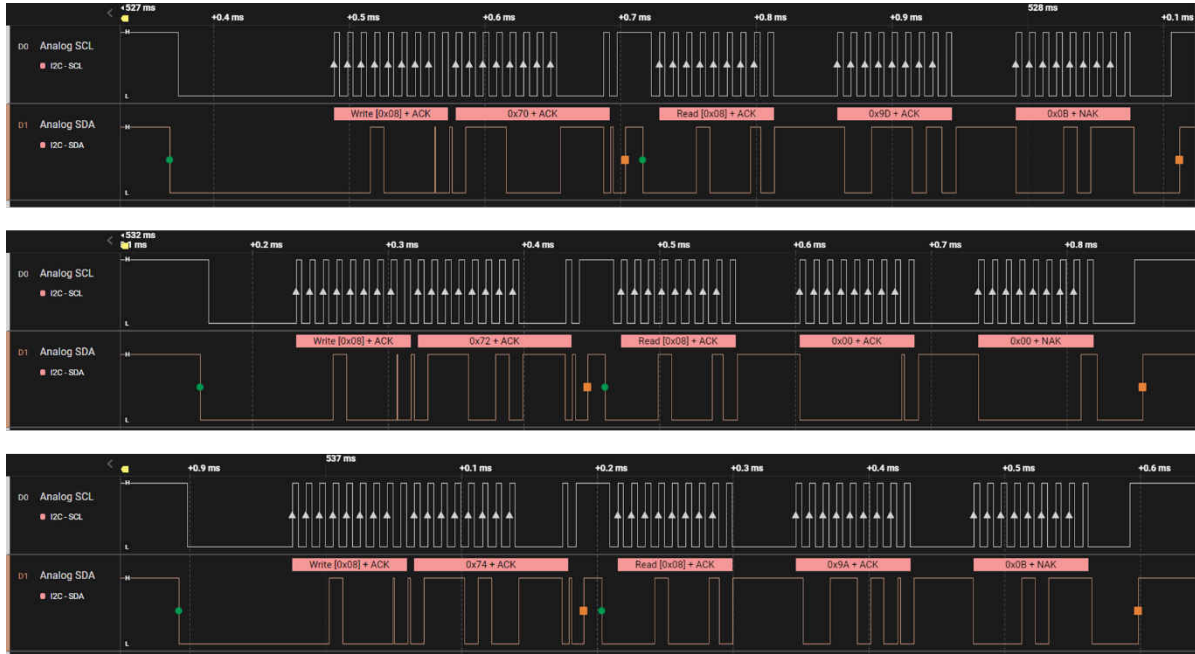


图 4-5. 用于读取 TS 温度的 I2C 波形

Temperature	float[3]	[24.1499996,-273.149994,23.8500004]	0x20000050
[0]	float	24.1499996	0x20000050
[1]	float	-273.149994	0x20000054
[2]	float	23.8500004	0x20000058

图 4-6. TS 温度读数的寄存器值

4.6 读取所有电压

表 4-6 显示了如何读取 BQ76952 的 PF 状态。电池电压命令涵盖 0x14 至 0x38，包括所有电池电压、电池组电压、PACK 引脚电压和 LD 引脚电压。在以下示例中，我们将 24.5V 直流电源连接到 BQ76952EVM，并通过写入 I2C 命令 0x14，然后读取 2 字节来读取电池 1 电压。数据以小格式返回。在以下示例中，16 位电池 1 电压读取 0x05FC，对应于 1532mV。电池组电压读取 0x0988，对应于 24.4V。

表 4-6. 电池电压命令说明

命令	名称	单位	类型	说明
0x14	Cell 1 电压	mV	I1	电池 1 上的 16 位电压
0x16	Cell 2 电压	mV	I1	电池 2 上的 16 位电压
0x18	Cell 3 电压	mV	I1	电池 3 上的 16 位电压
0x1A	Cell 4 电压	mV	I1	电池 4 上的 16 位电压
0x1C	Cell 5 电压	mV	I1	电池 5 上的 16 位电压
0x1E	Cell 6 电压	mV	I1	电池 6 上的 16 位电压
0x20	Cell 7 电压	mV	I1	电池 7 上的 16 位电压
0x22	Cell 8 电压	mV	I1	电池 8 上的 16 位电压
0x24	Cell 9 电压	mV	I1	电池 9 上的 16 位电压
0x26	Cell 10 电压	mV	I1	电池 10 上的 16 位电压
0x28	Cell 11 电压	mV	I1	电池 11 上的 16 位电压
0x2A	Cell 12 电压	mV	I1	电池 12 上的 16 位电压
0x2C	Cell 13 电压	mV	I1	电池 13 上的 16 位电压
0x2E	Cell 14 电压	mV	I1	电池 14 上的 16 位电压
0x30	Cell 15 电压	mV	I1	电池 15 上的 16 位电压
0x32	Cell 16 电压	mV	I1	电池 16 上的 16 位电压
0x34	Stack Voltage	mV	I1	电池组顶部的 16 位电压
0x36	PACK Pin Voltage	mV	I1	PACK 引脚上的 16 位电压
0x38	LD Pin Voltage	mV	I1	LD 引脚上的 16 位电压



图 4-7. 所捕获的用于读取电池电压的 I2C 波形

Expression	Type	Value	Address
AlarmBits	unsigned short	20610	0x20000030
CellVoltage	unsigned short[16]	[1532,1533,1532,1532,1531...]	0x20000000
[0]	unsigned short	1532	0x20000000
[1]	unsigned short	1533	0x20000002
[2]	unsigned short	1532	0x20000004
[3]	unsigned short	1532	0x20000006
[4]	unsigned short	1531	0x20000008
[5]	unsigned short	1534	0x2000000A
[6]	unsigned short	1534	0x2000000C
[7]	unsigned short	1534	0x2000000E
[8]	unsigned short	1534	0x20000010
[9]	unsigned short	1532	0x20000012
[10]	unsigned short	1534	0x20000014
[11]	unsigned short	1534	0x20000016
[12]	unsigned short	1536	0x20000018
[13]	unsigned short	1534	0x2000001A
[14]	unsigned short	1536	0x2000001C
[15]	unsigned short	1536	0x2000001E
Stack_Voltage	unsigned short	24400	0x20000038
Pack_Voltage	unsigned short	50	0x20000034
LD_Voltage	unsigned short	50	0x20000032

图 4-8. 用于读取电池电压的寄存器值

5 参考文献

- 德州仪器 (TI), [BQ76952 技术参考手册](#)。

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司