

## 引言

目前的很多应用都采用了充电电池。但是, 由于用户不能了解充电电池的供电情况, 因此妨碍了其实用性。本设计实例演示了怎样使用 MAX<sup>®</sup> II 器件来实现 I<sup>2</sup>C 电池量表接口。最终产品是低成本智能设备, 提高了电池量表和主机系统之间的通信能力。

## I<sup>2</sup>C 总线上的电 池量表

电池量表是一种能够连续监视电池容量状态的设备, 并以简单的方式将其显示给用户。在嵌入式系统中, 一般远程监视电池的供电状态。可以通过工业标准两线 I<sup>2</sup>C 总线和接口设备来实现嵌入式系统与电池量表的通信。两线通信链路的开销较低, 减小了 PCB 上用于监视电源的走线数量。MAX II CPLD 能够轻松实现接口设备。利用 I<sup>2</sup>C 接口, MAX II CPLD 可以远程读取电池量表的读数。I<sup>2</sup>C 串行接口含有一条数据线 (SDA) 和一条时钟线 (SCL)。两条线都是双向的, 上拉到系统的 V<sub>CC</sub>。该总线也是系统中其他 I<sup>2</sup>C 兼容设备的公共总线。

## 利用 MAX II 实 现和 I<sup>2</sup>C 电池量 表的接口

在本设计实现中, 电池量表是 MAX II CPLD 的从机, 有一个软件编程地址。在任何时候, CPLD 都是主机, 通过电池量表接口来读取电池电量的状态。本设计采用了低成本电池量表器件, 例如 Maxim DS2745。关于 Maxim DS2745 的信息, 请参考:

[www.maxim-ic.com/quick\\_view2.cfm/qv\\_pk/4994](http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/4994)

由于本设计是出于演示的目的, 因此, 它并没有实现一个完整的 I<sup>2</sup>C 主机, 不具有多主机能力, 只是演示 MAX II CPLD 能够通过 I<sup>2</sup>C 接口来读取 DS2745 电池量表。

图 1 所示为 I<sup>2</sup>C 电池量表的结构图。双向 SCL 和 SDA 构成了系统的输入和输出。表 1 列出了本设计使用的 I<sup>2</sup>C 信号。

图 1. 电池量表和 CPLD 之间的 I<sup>2</sup>C 接口

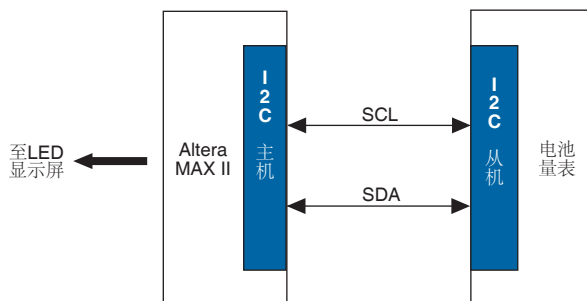


表 1. I<sup>2</sup>C 接口引脚说明

信号	目的	方向
SCL	I <sup>2</sup> C 时钟	输出
SDA	I <sup>2</sup> C 串行数据	双向

为了能够从量表读取电池的状态，主机在总线上发送一个开始信号，启动通信周期。在开始信号中，SDA 置低而 SCL 置高，然后是一个 7 位从机地址和写命令 (90h)。接收到这些信号后，从机向主机回送一个应答信号。

图 2. 主机和从机的通信

S	Device Address (90h)	ACK	Memory Address (0h)	ACK	Sr	Device Address (91h)	Gauge Output (MSB)	ACK	Gauge Output (LSB)	ACK	P
1-bit	8位地址 写入	1位	8位	1位	1位	8位地址 写入	8位	1位	8位	1位	1位

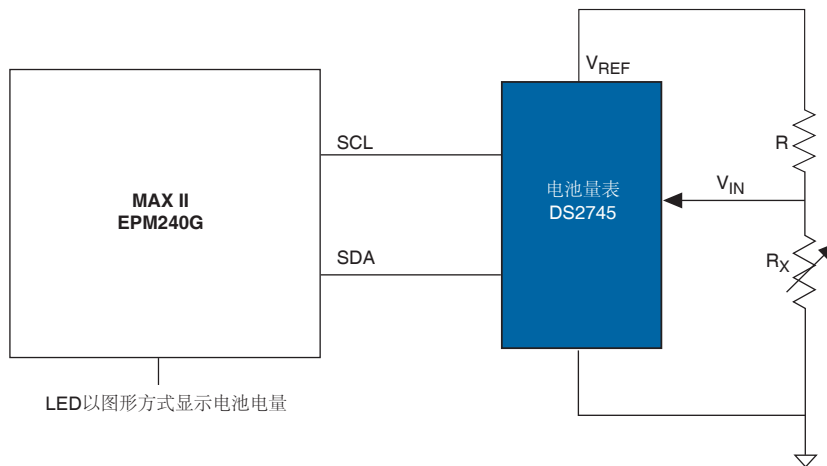
S: Start      ACK: Acknowledgement  
P: Stop      Sr: Repeat Start

主机写操作       从机写操作

接收到应答 ( 电池量表 DS2745) 信号后，主机发送存储器地址 (0Ch)，它对应于从机电压寄存器。DS2745 应答该存储器地址，然后主机产生一个再次开始 (Sr) 信号。该信号之后，CPLD ( 主机 ) 再次发送设备地址，然后是读 (91h)。DS2745 同样做出应答。在随后的两个 8 位读操作中，电

池数据通过 SDA 线传送给主机；首先发送 MSB，然后是 LSB。每收到 8 个比特，主机发送一个应答信号。读操作完成后，当 SCL 为高电平时，主机将 SDA 置为高电平，产生停止 (P) 信号。从机返回二元补码格式的数据，然后转换为条形以便显示。

图 3. I<sup>2</sup>C 电池量表演示图



## 设计实现

本设计实例可以采用 EPM240 或者其他 MAX II CPLD 器件以及 Maxim DS2745 等 I<sup>2</sup>C 电池量表器件来实现。本设计通过 I<sup>2</sup>C 总线实现和 Maxim DS2745 电池量表的通信，不需要任何外部激励就能够显示不断变化的电压读数。

DS2745 电池量表返回的电压状态是二元补码格式的 11 位宽数据。MAX II CPLD 将电压读数转换为方便查看的形式，具有 8 个电压等级显示。采用具有 8 个 LED 的 LED 阵列来进行显示。

下面详细解释了怎样在 MDN-B2 演示板上实现该设计实例。表 2 列出了本设计实例的 EPM240G 引脚分配。

表 2. 使用 MDN-B2 演示板实现设计实例			
EPM240G 引脚分配			
信号	引脚	信号	引脚
SCLK	引脚 39	SDA	引脚 40
led_level[0]	引脚 76	led_level[1]	引脚 75
led_level[2]	引脚 74	led_level[3]	引脚 73
led_level[4]	引脚 72	led_level[5]	引脚 71
led_level[6]	引脚 70	led_level[7]	引脚 69

在 Quartus® II 软件中，把未使用的引脚分配为 **input-tristated**。您还必须使能 SCLK 和 SDA 引脚上的 **Auto Open-Drain** 设置。对此，在 Assignments 菜单中，单击 **Settings**，然后选择 **Analysis and Synthesis Settings**，使能 **Auto Open-Drain** 设置。设置完成后是进行编译。

## 设计说明

按照以下步骤在 MDN-B2 演示板上演示该设计：

1. 打开演示板电源 (使用滑动开关 SW1)。
2. 通过演示板上 JTAG 插头 JP5 和普通编程电缆 (ByteBlaster™II 或者 USB-Blaster™)，把设计下载到 MAX II CPLD 中。在编程启动过程中，保持演示板上 SW4 的按下状态不变。编程完成后，关断电源，拔下 JTAG 连接器。
3. 在演示板的 JP3 插座上安装 DS2745 电池量表模块 (由 MDN-B2 演示板提供)。确定连接器的红色标记对准 JP3 的 pin #1。
4. 打开 MDN-B2 演示板的电源。
5. 观察演示板的红色 LED 阵列随电池量表模块电压的变化而变化。可以改变电池量表模块的预设值来改变这一电压值。

## 源代码

本文档所介绍的设计实例采用了 Verilog 来实现，成功地运行在 MDN-B2 演示板上。下面的链接提供源代码、测试台文件以及完整的 Quartus II 工程：

[www.altera.com/literature/an/an493.zip](http://www.altera.com/literature/an/an493.zip)

## 结论

正如本设计实例所示，MAX II CPLD 是实现 I<sup>2</sup>C 等工业标准系统接口的高性价比通用方案。其低功耗特性使其能够为电池供电系统提供高功效的解决方案。它具有内部振荡器、用户闪存和多电压特性，大大降低了成本，节省了电路板面积，在目前的大部分电池供电系统中，这些都是最突出的特性。

## 其他资源

- MAX II CPLD 主页：  
[www.altera.com/products/devices/cpld/max2/mx2-index.jsp](http://www.altera.com/products/devices/cpld/max2/mx2-index.jsp)
- MAX II 器件资料：  
[www.altera.com/literature/lit-max2.jsp](http://www.altera.com/literature/lit-max2.jsp)
- MAX II 关断设计：  
[www.altera.com/support/examples/max/exm-power-down.html](http://www.altera.com/support/examples/max/exm-power-down.html)
- MAX II 应用笔记：  
*AN 422：利用 MAX II CPLD 实现便携式系统的功耗管理*  
*AN 428：MAX II CPLD 设计指南*

## 文档版本历史

表 3 列出了本应用笔记的版本历史。

表 3. 文档版本历史		
日期和文档版本	进行的改动	对改动的总结
2007 年 12 月， 1.0 版	初次发布	—



101 Innovation Drive  
San Jose, CA 95134  
[www.altera.com](http://www.altera.com)  
**Technical Support:**  
[www.altera.com/support/](http://www.altera.com/support/)  
**Literature Services:**  
[literature@altera.com](mailto:literature@altera.com)

版权 © 2007 Altera 公司。保留所有版权。Altera、可编程解决方案公司、程式化 Altera 标识、专用器件名称和其他所有其他专有商标或者服务标记，除非特别声明，均为 Altera 公司在美国和其他国家的商标和服务标记。所有其他产品或者服务名称的所有权属于其各自持有人。Altera 产品受美国和其他国家多种专利、未决应用、模板著作权和版权的保护。Altera 保证当前规范下的半导体产品性能与 Altera 标准质保一致，但是保留对产品和服务在没有事先通知时的升级变更权利。除非与 Altera 公司的书面条款完全一致，否则 Altera 不承担由此处所述信息、产品或者服务导致的责任。Altera 建议客户在决定购买产品或者服务，以及确信任何公开信息之前，阅读 Altera 最新版的器件规范说明。

