请注意赛普拉斯已正式并入英飞凌科技公司。
此封面页之后的文件标注有“赛普拉斯”的文件即该产品为此公司最初开发的。请注意作为英飞凌产品组合的部分，英飞凌将继续为新的及现有客户提供该产品。

文件内容的连续性
事实是英飞凌提供如下产品作为英飞凌产品组合的部分不会带来对于此文件的任何变更。未来的变更将在恰当的时候发生，且任何变更将在历史页面记录。

订购零件编号的连续性
英飞凌继续支持现有零件编号的使用。下单时请继续使用数据表中的订购零件编号。

THIS SPEC IS OBSOLETE

Spec No: 001-47334

Spec Title: CAPSENSE(R) EXPRESS(TM) POWER AND SLEEP CONSIDERATIONS - AN44209 (ZH)

Replaced by: NONE

AN44209

Capsense® Express™功耗和睡眠注意事项

作者： Pramodh Prakash

相关项目：无

相关器件系列：CY8C201xx

软件版本：PSoC Designer™ 5.0 SP6

相关应用笔记：AN42137

本应用笔记详细介绍了 CapSense® Express™所支持的不同功耗和睡眠操作模式。此外，还说明了在这些模式下的器件功耗。

OBSOLETE

简介

CY8C201xx CapSense Express 是一款低功耗、I²C 可编程的 CapSense 控制器系列。

这些控制器具有的下述三种操作模式有助于优化器件功耗：Active（活动）、Sleep（睡眠）和 Deep Sleep（深度睡眠）。

本应用笔记描述了这三种操作模式，并对使用 PSoC Designer 5.0 SP 6 配置操作模式进行了介绍。

操作模式

CapSense Express 器件被配置为以下三种模式中的任意一种模式进行操作，以满足不同的功耗要求：

- 活动模式
- 睡眠模式
- 深度睡眠模式

活动模式

在活动模式下，所有器件模块（包括 CapSense 子系统）均得到供电。在工作电压范围内，器件的典型有效电流消耗为 1.5 mA。

睡眠模式

睡眠模式是一个中等功耗的操作模式。通过配置相应的寄存器器件可以使能该模式。被使能后，器件会进入睡眠模式，并在特定的睡眠间隔后被唤醒。再次进入睡眠状态前，器件扫描电容式传感器。该器件还可以通过 GPIO 中断从睡眠模式唤醒。

CapSense Express 支持以下睡眠间隔。可以通过寄存器配置睡眠间隔。

- 1.95 ms（512 Hz）
- 15.6 ms（64 Hz）
- 125 ms（8 Hz）
- 1 s（1 Hz）

表 1 列出了在睡眠模式下不同睡眠间隔所消耗的电流（已使能 CapSense 模块）。这些电流都是具有五个 I/O 作为 CapSense 输入的示例 CapSense Express 电路板的典型值。

表 1. 电压为 5 V 时的睡眠电流消耗

睡眠间隔	电流
1.95 ms	2.3 mA
15.6 ms	650 µA
125 ms	200 µA
1 s	33 µA

禁用 CapSense 模块时（没有任何引脚被配置为 CapSense 输入），如果睡眠间隔为 1 s，则消耗的睡眠电流为 4.7 µA。

深度睡眠模式

在深度睡眠模式下，操作所消耗的电流最低。另外，只有使用外部 GPIO 中断时才能唤醒器件。睡眠定时器中断不能将器件从深度睡眠模式中唤醒。由于不被定期唤醒，所以该连续睡眠模式非常有效。

在深度睡眠模式下，所消耗的电流为 4 µA。

使用 CapSense Express 配置睡眠和深度睡眠模式

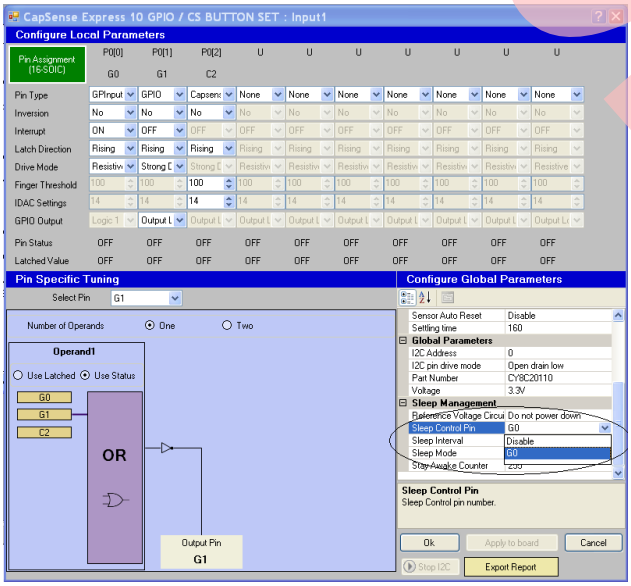
PSoC® Designer™ 5.0 支持 CapSense Express 软件驱动程序。可以使用该软件工具进行配置 CapSense Express 器件的各种模式（包括睡眠模式）。请参考应用笔记 AN42137，以详细了解如何使用该工具。

使用 Software Tool（软件工具）配置睡眠模式

从图 1 到图 6 显示的是有关设置睡眠模式配置的步骤。

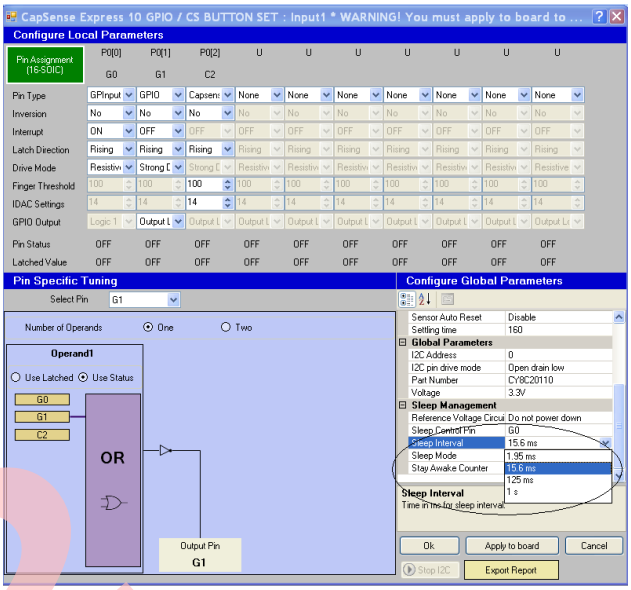
1. 选择睡眠控制引脚，使器件成功进入睡眠模式。在软件工具中，只能将“GPInput”类型的引脚选为睡眠控制引脚（图 1 中的“G0”）。选择后，将自动使能引脚的中断属性。

图 1. 选择睡眠控制引脚



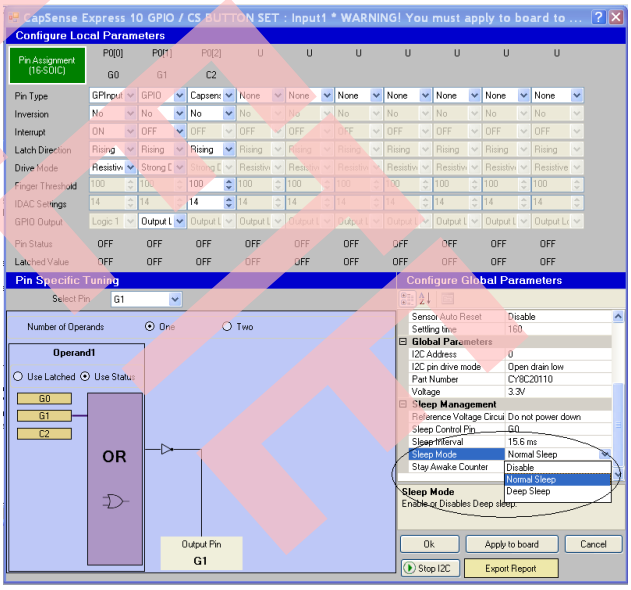
2. 在四个可用的睡眠间隔选项中，请选择其中一个。

图 2. 选择睡眠间隔



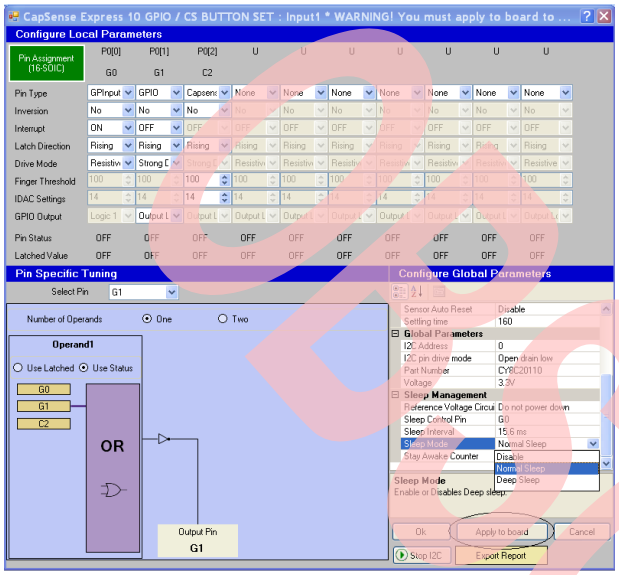
3. 选择“Normal Sleep”（正常睡眠）选项。

图 3. 选择正常睡眠模式。



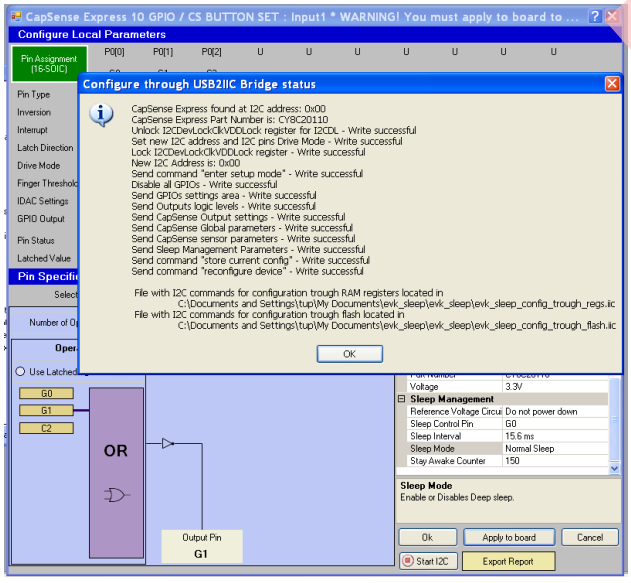
4. 点击“Apply to board”（应用于电路板）按键，将配置下载到电路板上。

图 4. 下载配置



执行第 4 步时，会生成两个‘.IIC’文件，这两个文件包含了该配置的 I²C 指令。 弹出窗口（图 5）显示了下载配置是否成功以及‘.IIC’文件的位置。

图 5. 配置窗口



将睡眠模式配置保存在闪存内

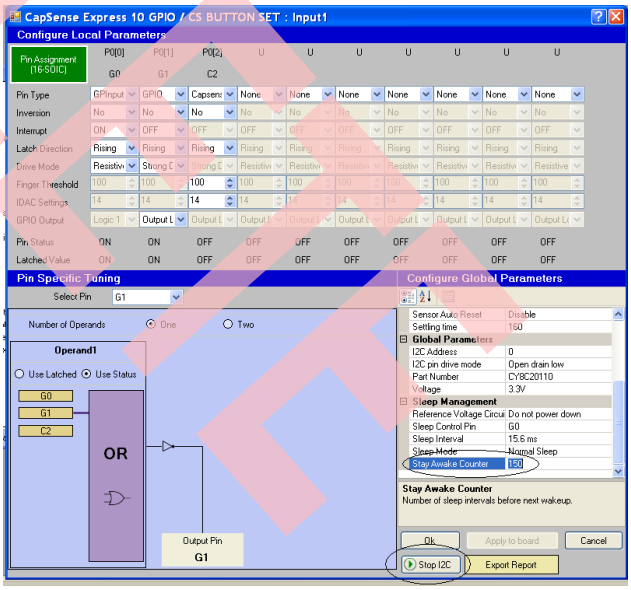
将配置内容作为‘.IIC’文件中的一系列 I²C 指令写入到器件内。先执行“Enable Sleep I²C”（使能睡眠 I²C）指令，然后才执行“Save Configuration to Flash”（将配置保存在闪存内）指令。执行“Enable Sleep”（使能睡眠）指令时，器件会进入睡眠模式。因此，不会执行“Save Configuration to Flash”指令。

为了解决该问题，要将“Stay Awake Counter”（保持唤醒计数器）（图 6）设置为从 100 到 255 的某个值。该计数器可确保在执行 Enable Sleep 指令后的（睡眠间隔）* （保持唤醒计数器）的最小时间内，器件不会进入睡眠模式。这样，器件便有足够的时间将配置内容保存在闪存内。

此外，在下载配置过程中，必须通过点击图 4 所示的“Stop I2C”（停止 I²C）按键才能停止 I²C 与器件间的通信。这是因为软件不能控制睡眠控制引脚，如果通过软件停止通信会在下载配置后，使 I²C 通信变得不可靠。如果睡眠控制引脚处于高电平，则器件会定期进入睡眠状态。如果器件处于睡眠模式，则 I²C 通信变得不可靠。 因此，可通过停止 I²C 通信解决该问题。

如需要进行调试和监控操作，需要启动 I²C 通信。 请确保在此过程中，睡眠控制引脚被置于低电平状态。

图 6. 设置 Stay Awake Counter（保持唤醒计数器）的值，以停止 I²C



在终端系统电路板上配置睡眠模式

在上一章节中已经介绍了使用 CapSense Express 软件工具来设置睡眠模式配置的流程。对于使用了终端系统的电路板，需要执行相同的流程。

通过将 I²C 指令从主机发送到终端应用电路板上的 CapSense Express 器件，可以配置睡眠模式。

- 选择睡眠控制引脚。
- 选择睡眠间隔。
- 根据设计要求，设置“Stay Awake Counter”（保持唤醒计数器）值。
- 将睡眠控制引脚置于低电平，并将 I²C 指令发送到 Enable Sleep（使能睡眠）模式。
- 将睡眠控制引脚复位为高电平。

经过（睡眠间隔）*（保持唤醒计数器）的非运行时间后，器件将进入睡眠模式。

使用软件工具生成的‘.IIC’文件进行配置睡眠模式。

- 在软件工具中选择睡眠控制引脚。
- 选择睡眠间隔。
- 根据设计要求，设置“Stay Awake Counter”（保持唤醒计数器）值。
- 选择“Normal Sleep”（正常睡眠）选项。
- 通过点击“Apply to board”（应用于电路板）按键生成‘.IIC’配置文件。

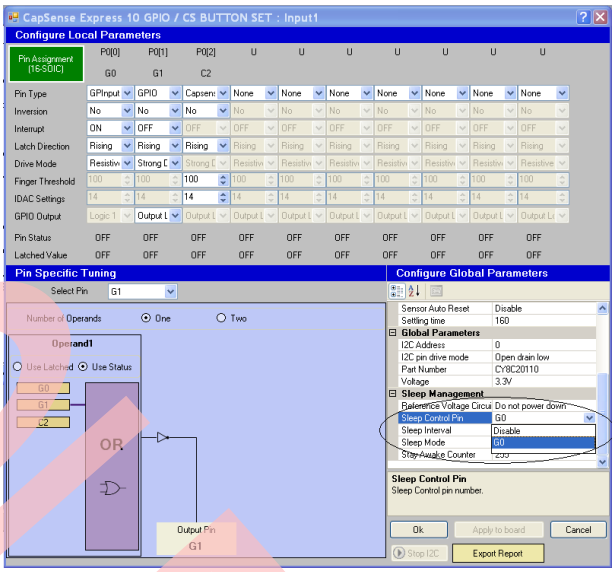
如图 5 所示，生成了两个‘.IIC’文件。 在非活动模式下，第二个‘.IIC’文件使用 I²C 指令将配置写入到闪存内。 只是将 I²C 指令中的值写入到寄存器内，并未执行这些指令。因此，在保存配置前，器件不会进入睡眠模式。 在将所有 CapSense Express 器件安装到终端应用电路板上前，应使用该‘.IIC’文件配置它们。

使用软件工具配置深度睡眠模式

图 7 到图 12 显示的是有关设置睡眠模式配置的步骤。

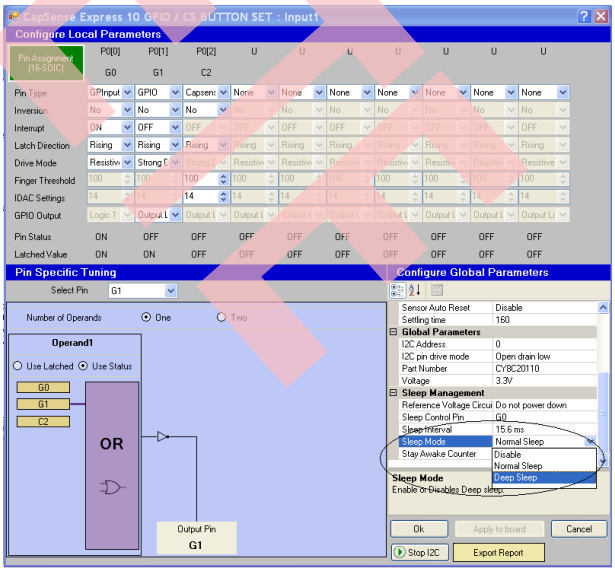
1. 选择睡眠控制引脚以将器件置于深度睡眠模式。在软件工具中，仅具有“GPInput”类型的引脚才被用于睡眠控制引脚（图 7 中的“G0”）。选择时，自动使能引脚的中断。

图 7. 选择睡眠控制引脚



2. 选择“Deep Sleep”（深度睡眠）选项。

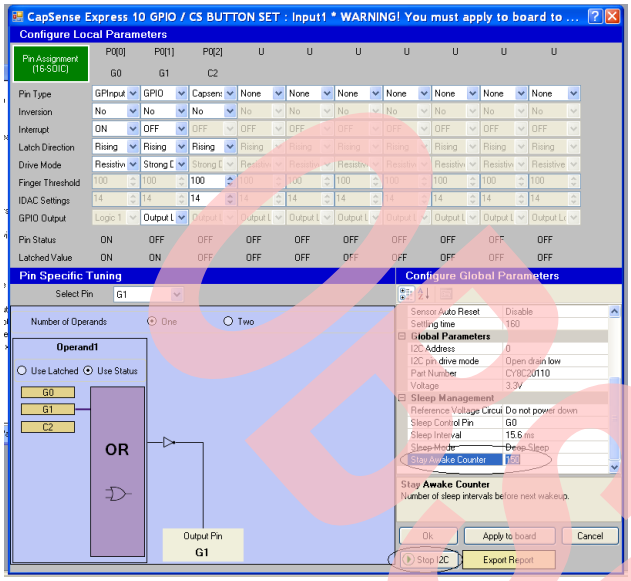
图 8. 选择深度睡眠模式



3. 下载配置前，应设置 Stay Awake Counter 的值并停止 I²C。

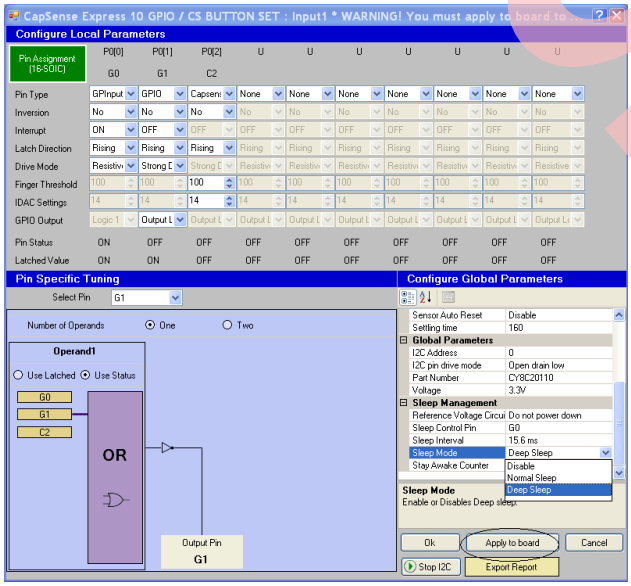
OBSOLETE

图 9. 设置 Stay Awake Counter 的值和停止 I²C



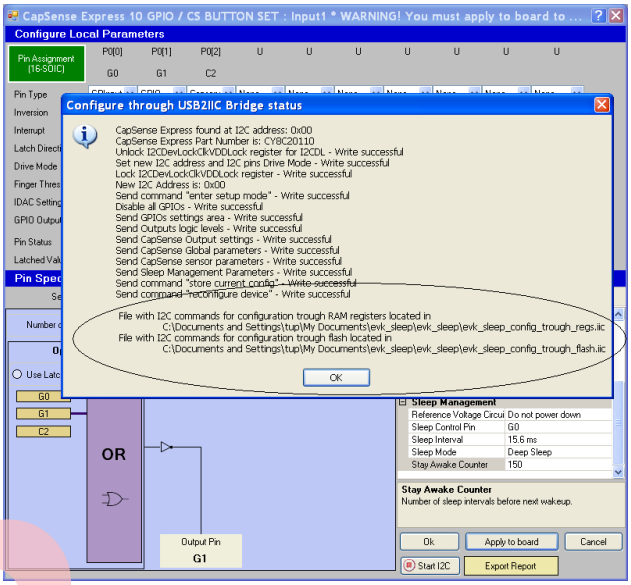
4. 点击“Apply to board”按键，以将配置下载到电路板上

图 10. 下载配置



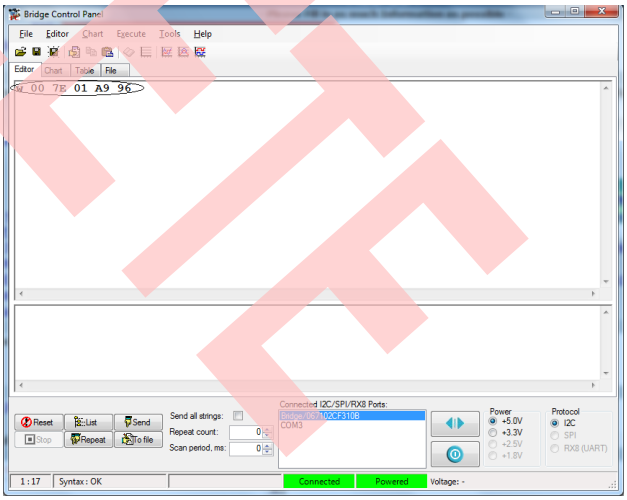
当执行第 4 步骤时，将生成两个.IIC 文件，这两个文件包含该配置的 I²C 指令。弹出的窗口（图 11）显示的是下载配置是否成功以及‘.IIC’文件的位置。

图 11. 配置窗口



5. （通过依次选择 Start（开始）> All Programs（所有程序）> Cypress > Bridge Control Panel 打开 Bridge Control Panel，然后执行如图 12 显示的 Enable Deep Sleep I²C（使能深度睡眠 I²C）指令“W 00 7E 01 A9 96”。

图 12. 使用 Bridge Control Panel 执行 Enable Deep Sleep 指令



成功下载软件工具的配置不会使能深度睡眠模式。

在深度睡眠模式下，器件会持续保持睡眠模式（不执行扫描操作），因此电流消耗最低。请注意在加电或复位时，永远不会将器件从深度睡眠唤醒。

加电或复位时，器件只能进入“Normal Sleep”（正常睡眠）模式。深度睡眠模式必须由控制 CapSense Express 器件的主设备（主机）启用。为了便于执行此操作，不能将深度睡眠模式配置保存在闪存内。

虽然在执行第 4 步时，会将配置下载到闪存内，但不会使能深度睡眠模式（在寄存器上未设置它的相应位）。因此，器件唤醒时仍保持先前的配置。

为了启用深度睡眠模式，请通过使用 Bridge Control Panel 打开项目目录中的‘.IIC’文件（图 11），并执行 I²C 指令（图 12）。执行该指令时，器件会进入深度睡眠模式，这时只有外部 GPIO 中断才能唤醒器件。

在终端系统电路板上配置深度睡眠模式

以前章节已介绍了使用 CapSense Express 软件工具和 Bridge Control Panel 来设置睡眠模式配置的步骤。在终端系统电路板上，根据应用的要求，主机会自动启用深度睡眠模式。 启用深度睡眠模式前，主机要通过发出相应的 I²C 指令执行以下流程。

1. 选择睡眠控制引脚。
2. 根据设计的要求，设置“Stay Awake Counter”值。

通过发出 I²C 指令将使能深度睡眠位写入到 CapSense Express 寄存器内，从而启用深度睡眠模式。

双向睡眠控制引脚配置

睡眠控制引脚是一个专用引脚，用于启动睡眠和深度睡眠模式并确保 I²C 通信的可靠性。这样，用户会减少一个可以作为 CapSense 或 GPIO 功能使用的 GPIO 引脚。GPIO 的常用功能之一便是将 GPIO 配置为连接至主机控制器的中断输出引脚，以通知手指按下了 CapSense 按键。

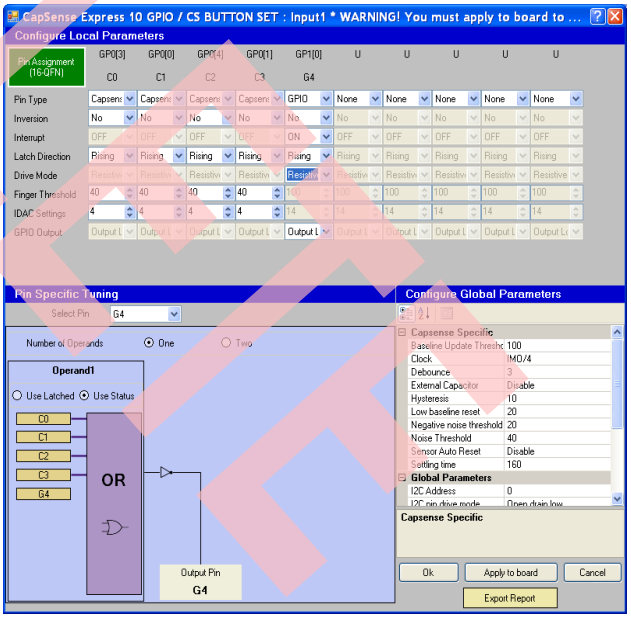
用户可能更喜欢将同一个引脚配置为睡眠控制和中断输出功能。如果另一个引脚用作中断功能，那么能作为 CapSense 和其他 GPIO 功能（如 LED 启动）的引脚的数量也会变少。

默认情况下，当前的 CapSense Express 软件工具仅支持睡眠控制引脚的“GPInput”模式。要想使用相同的睡眠控制引脚配置中断输出功能，那么该引脚需要支持双驱动特性。不能通过 CapSense Express 软件工具使能睡眠控制和中断输出性能的双向配置。可以通过使用 Bridge Control Panel 使能该性能。

以下示例显示的是如何配置具有四个 CapSense 输入的 CapSense Express 器件，该器件的睡眠模式使用一个用于睡眠控制和中断输出功能的双向引脚。将 GP10 作为睡眠控制引脚和中断输出引脚使用，当激活任意一个 CapSense Input（输入）时，该引脚被置于低电平。

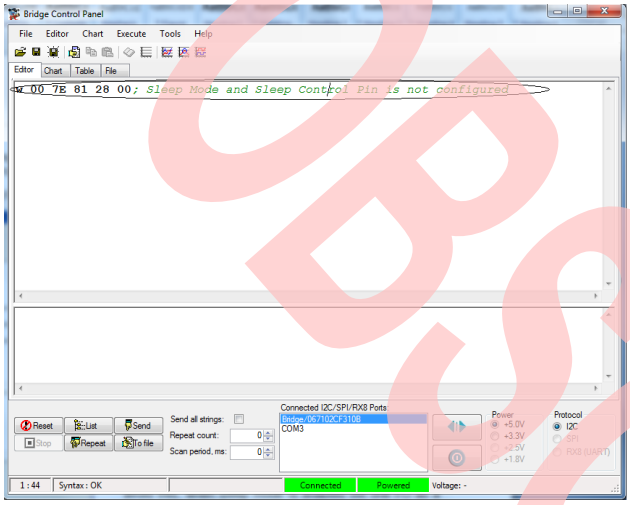
1. 对四个 CapSense 输入（GP00、GP01、GP03 和 GP04）和 GP10 进行配置，其中将 Pin Type（引脚类型）配置为“GPIO”， Drive Mode（驱动模式）配置为“Resistive Pull Up”（电阻上拉），并将 GPIO Output （ GPIO 输出 ） 配置为“Output Logic Operation”（输出逻辑操作）。当激活任意一个 CapSense 输入时，GP10 被置于低电平，这时要设置逻辑操作，如图 13 所示。也可以将 GP10 作为睡眠控制引脚使用，但是要通过使用 Bridge Control Panel 才能进行这种配置并启用睡眠模式。

图 13. 配置 CapSense、GPIO 和逻辑操作



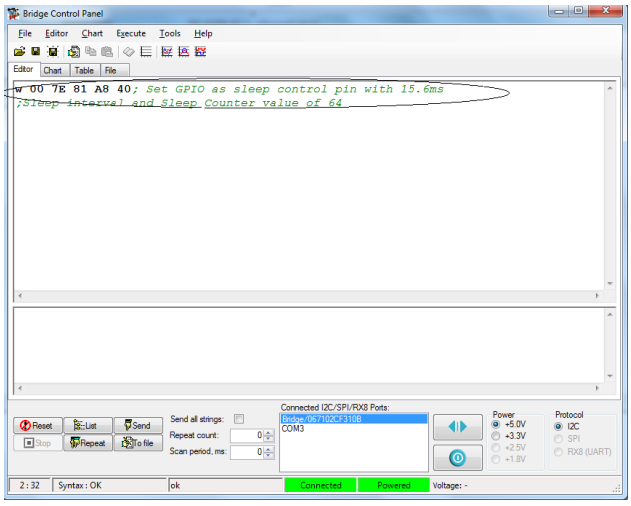
2. 点击“Apply to board”（应用于电路板）以下载配置。（通过依次选择 Start（开始）> All Programs（所有程序）> Cypress > Bridge Control Panel）打开 Bridge Control Panel。

图 14. Bridge Control Panel 中显示了睡眠模式和睡眠控制引脚配置信息



3. 通过使用 Bridge Control Panel 将图 14 显示的指令“W 00 7E 81 28 00”写入到相应寄存器内，可以启动睡眠模式，配置睡眠控制引脚并设置睡眠间隔和睡眠计数器值。

图 15. 配置睡眠模式、设置睡眠控制引脚和其他睡眠参数



执行第 3 步后，GP10 被配置为睡眠控制引脚。激活了任意一个 CapSense 输入时，GP10 是一个可生成中断输出的双向引脚。此外，还可以将它作为 CapSense Express 器件的睡眠控制输入引脚使用。该操作是通过执行如图 15 显示的指令“W 00 7E 81 A8 40”完成的。

与睡眠操作相关的寄存器

在 CapSense Express 寄存器映射中，与睡眠模式控制和操作相关的寄存器分别为 7Eh、7Fh 和 80h。

睡眠控制引脚寄存器（7Eh）

睡眠模式有效时，使用该寄存器进行选择控制安全 I²C 通信的引脚。

表 2. 寄存器 7Eh — 睡眠控制引脚寄存器。

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
端口	N/A	N/A	GPX[4]	GPX[3]	GPX[2]	GPX[1]	GPX[0]

睡眠模式会强制使 I²C 模块进入睡眠状态。因此，当器件进入睡眠模式时，I²C 通信会使 I²C 数据传输变得不可靠。为了避免发生这种情况，当启用睡眠模式时，请将其中一个 I/O 引脚设置为控制引脚，这样可以正确进行 I²C 通信。启动 I²C 通信前，主机将所选的引脚置于低电平，并且直到通信完成一直保持该状态值。引脚被置于低电平时，CapSense Express 器件不会进入睡眠模式。

为被选为睡眠控制引脚的引脚设置驱动模式时，请务必小心。主设备和从设备必须控制引脚状态时，它将被设置为双向驱动模式（电阻上拉或开漏低电平）。

通过写数据到寄存器 08h 和 09h 的相应位内，作为睡眠控制引脚的 I/O 先被用作为 GPIO 使用。通过写数据驱动模式寄存器（10h–17h）内，也可以设置睡眠控制引脚的驱动模式。

表 3. 寄存器 08h 和 09h — 端口 0 和 1 GPIO 使能寄存器

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
N/A	N/A	N/A	GP0[4]	GP0[3]	GP0[2]	GP0[1]	GP0[0]
N/A	N/A	N/A	GP1[4]	GP1[3]	GP1[2]	GP1[1]	GP1[0]

表 4. 寄存器 10h 和 13h—端口 0 上拉和开漏低电平驱动模式寄存器

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
N/A	N/A	N/A	GP0[4]	GP0[3]	GP0[2]	GP0[1]	GP0[0]
N/A	N/A	N/A	GP0[4]	GP0[3]	GP0[2]	GP0[1]	GP0[0]

表 5. 寄存器 14h 和 17h—端口 1 上拉和开漏低电平驱动模式寄存器

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
N/A	N/A	N/A	GP1[4]	GP1[3]	GP1[2]	GP1[1]	GP1[0]
N/A	N/A	N/A	GP1[4]	GP1[3]	GP1[2]	GP1[1]	GP1[0]

OBSOLETE

睡眠控制寄存器（7Fh）

该寄存器用于使能睡眠模式并选择不同的睡眠间隔。

表 6. 寄存器 7Fh—睡眠控制寄存器

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
使能	N/A	带隙	睡眠[1:0]		N/A	N/A	模式

‘使能’位控制着是否定期进入睡眠模式。

‘带隙’位则用于控制是否要在睡眠期间提供电压带隙，从而使器件被唤醒得更快。

根据下表内容设置‘睡眠’位。

表 7. 睡眠位

睡眠[1:0]	睡眠间隔
00	1.95 ms（512 Hz）
01	15.6 ms（64 Hz）
10	125 ms（8 Hz）
11	1 s（1 Hz）

‘模式’位控制着应启用深度睡眠还是正常睡眠模式。

将‘模式’位设置为‘1’时会启动深度睡眠模式，在此期间内，仅有 GPIO 中断才能唤醒器件。器件被唤醒时，它要保持计数器（寄存器 80h）中数量的睡眠间隔（7Fh 中‘睡眠’位[1:0]），或者更久。在正常睡眠模式下，如果检测到发生任意活动，‘模式’位将被复位为‘0’。要想重新进入深度睡眠模式，必须将已设为‘1’的‘使能’和‘模式’位再次写入到该寄存器内。

保持唤醒计数器寄存器（80h）

该寄存器用于设置器件保持唤醒状态和重新进入睡眠模式前等待事件需要经历的睡眠间隔的数量。任意新事件（如按下 CapSense、GPIO 中断或 I²C 读/写）都会将计数器复位为该寄存器内的值。

表 8. 寄存器 80h — 保持唤醒计数器寄存器

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Bit[7]	Bit[6]	Bit[5]	Bit[4]	Bit[3]	Bit[2]	Bit[1]	Bit[0]

小结

CapSense Express 是低功耗的可配置器件。通过使用器件所支持的睡眠和深度睡眠模式，可以进一步降低功耗。这些模式有助于显著降低 CapSense Express 器件的待机电流消耗量。

关于作者

姓名： Pramodh Prakash

职务： 高级产品营销工程师

联系方式： tup@cypress.com

OBSOLETE

文档修订记录

文档标题：CapSense® Express™ 功耗和睡眠注意事项 – AN44209

文档编号：001-47334

修订版	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	2530643	YCA	08/15/2008	译自英文版 001-44209 Rev*A。
*A	3359588	SUK	09/06/2011	有效期审核 — 无更改。
*B	3730291	ZNZ	09/03/2012	在第一页中，已将 PSoC Express™ 3.0 更改为 PSoC Designer™ 5.0 SP6。 在翻译文档中，虽然替换了一些英文术语，但中文术语毫无更改。
*C	4592687	SNYQ	12/11/2014	本文档版本号为 Rev*C，译自英文版 001-44209 Rev*D。
*D	5077323	SNYQ	01/04/2016	本文档版本号为 Rev*D，译自英文版 001-44209 Rev*E。
*E	6015399	PRIA	01/05/2018	对于新的设计项目，不再推荐本应用笔记。请废止。

OBSOLETE

全球销售和设计支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。如果想要查找离您最近的办事处，请访问赛普拉斯所在地。

产品

汽车级	cypress.com/go/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/go/clocks
接口	cypress.com/go/interface
照明和电源控制	cypress.com/go/powerpsoc
存储器	cypress.com/go/memory
PSoC	cypress.com/go/psoc
触摸感应	cypress.com/go/touch
USB 控制器	cypress.com/go/usb
无线/射频	cypress.com/go/wireless

PSoC®解决方案

psoc.cypress.com/solutions

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP

赛普拉斯开发者社区

社区 | 论坛 | 博客 | 视频 | 培训

技术支持

cypress.com/go/support

OBSOLETE

PSoC 和 CapSense 是赛普拉斯半导体公司的注册商标。PSoC Designer 和 CapSense Express 是赛普拉斯半导体公司的商标。 此处引用的所有其他商标或注册商标都归其各自所有者所有。

赛普拉斯半导体
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709
电话 ：408-943-2600
传真 ：408-943-4730
网站地址 ：www.cypress.com

©赛普拉斯半导体公司，2008-2018。此处所包含的信息可能会随时更改，恕不另行通知。除赛普拉斯产品内嵌的电路以外，赛普拉斯半导体公司不对任何其他电路的使用承担任何责任。也不会以明示或暗示的方式授予任何专利许可或其他权利。除非与赛普拉斯签订明确的书面协议，否则赛普拉斯不保证产品能够用于或适用于医疗、生命支持、救生、关键控制或安全应用领域。此外，对于可能发生运转异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。
该源代码（软件和/或固件）均归赛普拉斯半导体公司（赛普拉斯）所有，并受全球专利法规（美国和美国以外的专利法规）、美国版权法以及国际条约规定的保护和约束。赛普拉斯据此向获许可者授予适用于个人的、非独占性、不可转让的许可，用以复制、使用、修改、创建赛普拉斯源代码的派生作品、编译赛普拉斯源代码和派生作品，并且其目的只能是创建自定义软件和/或固件，以支持获许可者仅将其获得的产品依照适用协议规定的方式与赛普拉斯集成电路配合使用。除上述指定的用途外，未经赛普拉斯明确的书面许可，不得对此类源代码进行任何复制、修改、转换、编译或演示。
免责声明：赛普拉斯不针对此材料提供任何类型的明示或暗示保证，包括（但不仅限于）针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。赛普拉斯保留在不做出通知的情况下对此处所述材料进行更改的权利。赛普拉斯不对此处所述之任何产品或电路的应用或使用承担任何责任。对于合理预计可能发生运转异常和故障，并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。
产品使用可能受限于的赛普拉斯软件许可协议。