CY8CMBR2010

CapSense® Express™ 10 按键控制器

特性

- 电容式按键控制器简单易用
  - 通过硬件短接可以配置十个按键解决方案
  - 无需软件工具或编程
  - 十个通用输出 （GPO）
  - GPO 链接到 CapSense 按键
  - GPO 支持直接驱动 LED
- SmartSense™ 自动调试
  - 即使在某个噪声环境中，仍然保持最佳的按键性能
  - CapSense 参数在运行时动态设置
  - 节省调试器件的时间和精力
  - 广泛的寄生电容 （C_P）范围 （5 pF - 40 pF）
- 抗噪能力
  - 消除外部辐射和传导噪声的能力更好
  - 消除低辐射噪声
- CapSense 按键的系统诊断 — 在器件上电时报告错误
  - 按键短接
  - 调制器电容的错误值 （C_{MOD}）
  - 超出范围的 C_P 值
- 高级功能
  - 侧翼传感器抑制 （FSS）功能，用于在按键很靠近时依然实现稳定的采样
  - 用户可配置的 LED 效果
    - 系统上电
    - 按键释放后的 LED 点亮时间
  - 支持模拟输出电压 （需要外部电阻）
  - 串行调试数据输出
    - 简化生产线测试和系统调试的流程
- 宽电压工作范围
  - 1.71 V 到 5.5 V — 适用于稳压和非稳压的电池应用
- 低功耗
  - 每个按键平均消耗的电流为 21 µA [1]
  - 深度睡眠电流：100 nA
- 工业级温度范围：–40 °C 到 +85 °C
- 32-QFN （方形扁平无引脚）封装 （5 mm × 5 mm × 0.6 mm）

概述

CY8CMBR2010 CapSense Express™ 电容式触摸感应控制器既能节省时间和金钱，又能快速使能您的设计中电容式触摸感应用户界面。该控制器是一个硬件可配置的器件，它不需要任何软件工具、固件编码或器件编程。通过赛普拉斯突破性的 SmartSense™ 自动调试算法可以使能该器件。在开发和大量生产过程中，如果使用 SmartSense™ 自动调试算法则不再需要手动调试用户接口。这样不但可以加快量产时间，节省工程时间以及测试时间，并且还能够提高优良率。

CY8CMBR2010CapSense 控制器支持多达十个电容式触摸传感按键和十个通用输出（GPO）。GPO 是一个低电平有效的输出，它由 CapSense 输入直接控制，从而成为众多消费者、工业级和医疗应用的理想选择。在 1.71 V 到 5.5 V 的工作电压范围内可以使用非调节的电池，从而节省组件成本。也可以将类似的器件用在其他应用 （工作电压有所不同）中。

在运行模式和深度睡眠模式下，该器件支持选择超低功耗，从而能够延长电池的寿命。此外，该器件还支持多种高级性能，用于增强最终解决方案的稳定性和用户界面。主要的高级性能包括抗噪能力和 FSS。抗噪能力提高了器件对辐射和传导噪声（如音频和射频 （RF）噪声）的抗噪能力。 FSS 能够为距离紧密的按键提供可靠的感应功能。 FSS 是小外形应用的关键要求。

上电时，上电 LED 效果为设计提供直观反馈。这样会提高终端产品的美观价值。上电时，系统诊断将测试设计的错误，然后报告错误。这会简化生产线测试过程，以及降低生产的成本。串行调试数据输出提供了设计的关键信息，如按键的 C_P 和信噪比（SNR）。这些信息有助于生产线测试。

注释：
1. 每个按键 21 µA（使用四个按键，3% 触摸时间，10 pF < 所有按键的 Cp < 20 pF，按键扫描速率为 556 毫秒（功耗得到优化），抗噪级别为 “ 正常 ”，CS0 灵敏度为 “ 高 ”）。

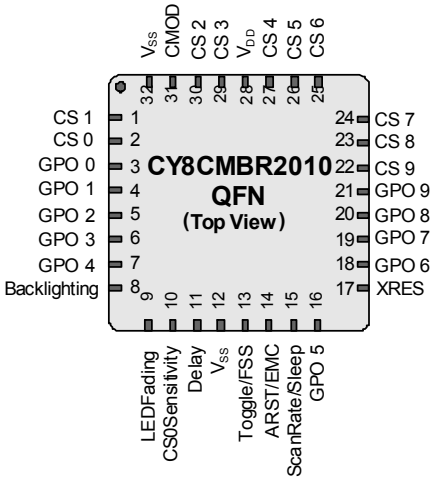
目录

引脚分布 3
典型电路 4
配置 CY8CMBR2010 6
器件性能 6
CapSense 按键 6
SmartSense™ 自动调试 6
通用输出 6
ON/OFF 切换 7
侧翼传感器抑制 （FSS） 7
抗噪能力 7
LED 保持点亮时间 7
按键自动复位 8
上电时 LED 效果 9
模拟电压支持 10
LED 背光 11
控制 CS0 按键的灵敏度 11
控制 CS0 按键的去抖动 11
系统诊断 11
串行调试数据 12
功耗和工作模式 16
低功耗睡眠模式 16
深度睡眠模式 16
响应时间 17
布局指南和最佳实践 18
CapSense 按键形状 18
按键布局设计 19
推荐的过孔放置 19
带有十个 CapSense 按键和
十个 GPO 的示例 PCB 布局设计 20
电气规范 22
最大绝对额定值 22
工作温度 22
直流电气特性 23
交流电气规范 25
CapSense 规格 26
订购信息 27
订购代码定义 27
封装信息 28
热阻抗 28
回流焊规范 28
封装图 28
附录 29
缩略语 31
文档规范 31
测量单位 31
数字规范 31
文档修订记录 32
销售，解决方案和法律信息 33
全球销售和设计支持 33
产品 33
PSoC® 解决方案 33
赛普拉斯开发者社区 33
技术支持 33

引脚分布

表 1. 引脚图及定义 — CY8CMBR2010

引脚	标签	类型 [2]	说明	若未使用
1	CS1	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO1	接地
2	CS0	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO0	接地
3	GPO0	DO	由 CS0 激活的 GPO	保持为开路
4	GPO1	DO	由 CS1 激活的 GPO	保持为开路
5	GPO2	DO	由 CS2 激活的 GPO	保持为开路
6	GPO3	DO	由 CS3 激活的 GPO	保持为开路
7	GPO4	DO	由 CS4 激活的 GPO	保持为开路
8	Backlighting	DO	使能模拟输出电压时， GPO 由 CS0–CS9 控制	保持为开路
9	LEDFading	AI	控制上电 LED 效果和模拟输出电压	保持为开路
10	CS0Sensitivity	AI	控制 CS0 的灵敏度和去抖动值	接地
11	Delay	AI	控制 LED 点亮时间和串行调试数据输出	接地
12	V_{SS}	P	接地	N/A
13	Toggle/FSS	AI	控制 ON/OFF 切换和 FSS 的使能 / 禁用	接地
14	ARST/EMC	AI	控制按键的自动复位周期以及抗噪能力的使能 / 禁用	接地
15	ScanRate/ Sleep	DI	控制按键的扫描速率	接地
16	GPO5	DO	由 CS5 激活的 GPO	保持为开路
17	XRES	DI	器件复位、高电平有效输入、内部下拉电阻	保持为开路
18	GPO6	DO	由 CS6 激活的 GPO	保持为开路
19	GPO7	DO	由 CS7 激活的 GPO	保持为开路状态
20	GPO8	DO	由 CS8 激活的 GPO	保持为开路
21	GPO9	DO	由 CS9 激活的 GPO	保持为开路
22	CS9	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO9	接地
23	CS8	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO8	接地
24	CS7	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO7	接地
25	CS6	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO6	接地
26	CS5	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO5	接地
27	CS4	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO4	接地
28	V_{DD}	P	电源	N/A
29	CS3	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO3	接地
30	CS2	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO2	接地
31	C_{MOD}	AI	外部调制器电容，推荐的值为 2.2 nF（±10%）	N/A
32	V_{SS}	P	接地	N/A

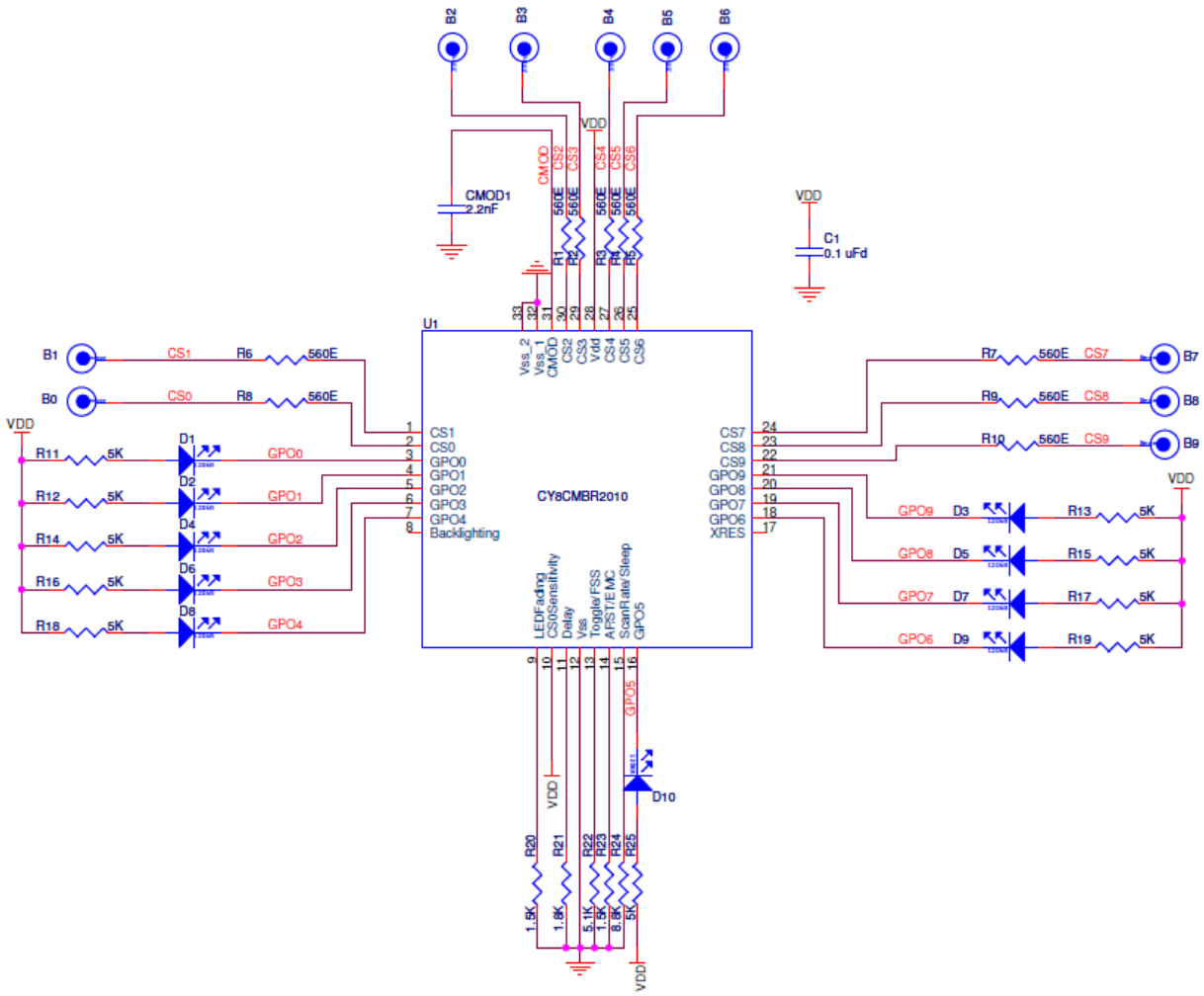


注释：
2. AI — 模拟输入； DI — 数字输入； DO — 数字输出； P — 电压

典型电路

原理图 1：十个按键和十个 GPO

图 1. CY8CMBR2010 原理图 1

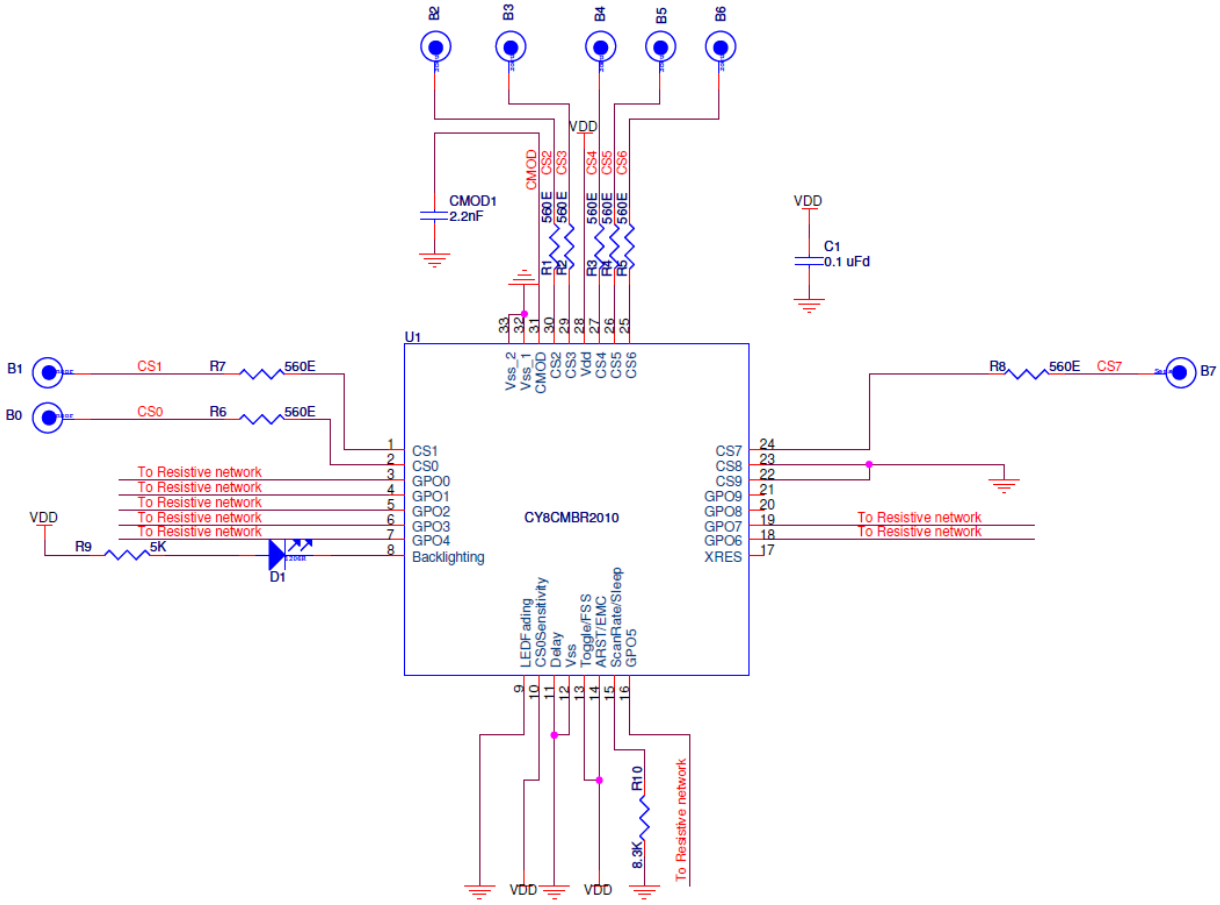


在图 1 中，器件的配置如下：

- CS0-CS9 引脚：通过 560 Ω 的电阻连接至 CapSense 按键
  - 十个 CapSense 按键 （CS0 - CS9）
- GPO0-GPO9 引脚：LED 和 5 kΩ 的电阻连接到 V_{DD}
  - CapSense 按键驱动十个 LED （GPO0-GPO9）
- C_{MOD} 引脚：通过 2.2 nF 的电容接地
  - 调制电容
- XRES 引脚：悬空
  - 用于外部复位
- Toggle/FSS 引脚：通过一个 5.1 kΩ 的电阻接地
  - 禁用 Toggle ON/OFF
  - 使能侧翼传感器抑制 （FSS）
- ARST/EMC 引脚：通过一个 1.5 kΩ 的电阻接地
  - 使能按键自动复位
  - 抗干扰能力等级为 “ 正常 ”
- LED 渐变引脚：通过一个 1.5 kΩ 的电阻接地
  - 禁用模拟电压
  - 上电 LED 效果序列 1
- Backlighting 引脚：悬空
  - 无 LED 背光控制输出，因为模拟电压供应被禁用
- Delay 引脚：通过 1.8 kΩ 电阻接地
  - LED 保持点亮时间为 1000 ms
  - 串行调试数据输出无效
- CS0Sensitivity 引脚：直接连接 V_{DD}
  - CS0 灵敏度为 “ 低 ”
  - CS0 去抖动时间参数 = 99
- ScanRate/Sleep 引脚：通过 8.8 kΩ 的电容接地
  - 功耗优化
  - 用户配置扫描速率 = 298 ms

原理图 2：八个按键和模拟电压输出

图 2. CY8CMBR2010 原理图 2



在图 2 中，器件的配置如下：

- CS0 - CS7 引脚：通过 560 Ω 的电阻连接 CapSense 按键；CS8、 CS9 引脚接地
  - 八个 CapSense 按键 （CS0 – CS7）
  - 在设计中没有使用 CS8 和 CS9 按键
- GPO0-GPO9 引脚：连接到外部电阻网络
  - 八个 GPO （GPO0 - GPO7）用于模拟电压输出
  - 在设计中没有使用 GPO8、 GPO9
- C_{MOD} 引脚：通过 2.2 nF 的电容接地
  - 调制电容
- XRES 引脚：悬空
  - 用于外部复位
- Toggle/FSS 引脚：连接 V_{DD}
  - 使能了 Toggle ON/OFF
  - 使能侧翼传感器抑制 （FSS）
- ARST/EMC 引脚：连接 V_{DD}
  - 使能了按键自动复位
  - 抗噪能力等级为 “High” （高）
- LEDFading 引脚：接地
  - 使能了模拟电压供应
  - 禁用了上电 LED 效果
- Backlighting 引脚：LED 和 5 kΩ 的电阻连接 V_{DD}
  - 存在 LED Backlighting 输出，因为模拟电压供应被使能
- Delay 引脚：接地
  - 禁用了 LED 保持点亮时间
  - 串行调试数据输出无效
- CS0Sensitivity 引脚：直接连接 V_{DD}
  - CS0 灵敏度为 “Low” （低）
  - CS0 去抖动时间参数 = 99
- ScanRate/Sleep 引脚：通过 8.3kΩ 的电容接地
  - 功耗优化
  - 用户配置扫描速率 = 210 ms

配置 CY8CMBR2010

通过使用外部电阻可以配置 CY8CMBR2010 器件的性能。

上电时，该器件将确定硬件可配置引脚上的电阻大小。

第 29 页上的 附录使用不同的外部电阻配置提供已使能的性能矩阵。

更多有关您设计的需要设置，请参考 CY8CMBR2010 设计指南。

器件性能

CapSense 按键

- 支持多达 10 个 CapSense 按键。
- 将 CSx 引脚接地，可禁用 CapSense 按键输入。
- 为了使 CapSense 正常操作，应在 C_{MOD} 引脚上连接 2.2 nF （± 10%）电容。
- 为了使 CapSense 正常工作，需要确保每个按键的 C_P 小于 40 pF。

SmartSense™ 自动调试

- 支持 CapSense 参数的自动调试。
- 无需任何手动调试；该器件可自动调试所有参数。
- 缩短了设计周期时间。
  - 无需手动调试。
- 确保用户界面设计的可移植性。
- 弥补印刷电路板（PCB）的差异、器件的工艺变化以及 PCB 供应商的变更。

通用输出

- GPOx 引脚输出均是强驱动的 [3]
- GPOx 都由相应的 CSx 控制。
- 低电平有效输出 — 支持 LED 的漏极配置 （参考图 3）
- 如果 CSx 被禁用 （接地），那么相应的 GPOx 必须处于悬空
- 为GPOx供电后，如果CSx没有通过系统诊断测试，将经过350 ms （如果抗噪级别为 “ 正常 ”）或在 1000 ms （如果抗噪级别为 “ 高 ”）时间后发送一个 5 ms 的脉冲。

图 3. 由 CS0 驱动的 GPO0 示例

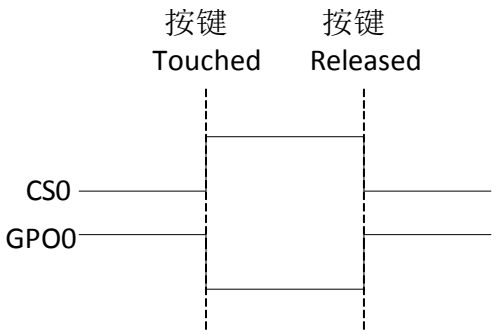


表 2. CY8CMBR2010 支持的高级功能

功能	优点
ON/OFF 切换	触摸时，按键仍保留其状态 （ON/OFF）
侧翼传感器抑制 （FSS）	有助于区分紧密排列的按键
抗噪能力	提高器件对外部噪声的抵抗能力 （例如射频噪声）
LED 保持点亮时间	在按键释放时提供 LED 效果
按键自动复位	禁用了由靠近按键的导电物体造成的误触发
上电时 LED 效果	上电时为设计提供视觉效果
模拟电压支持	可以将外部电阻和 GPO 同时使用，以生成模拟输出电压
LED 背光	如果使能了模拟电压支持，可以使用通用 GPO 来驱动 LED
控制 CS0 按键的灵敏度 和 控制 CS0 按键的去抖动	有用于特殊功能按键如电源按键
系统诊断	支持生产测试和调试
串行调试数据	支持生产测试和验证设计
低功耗睡眠模式 和 深度睡眠模式	低功耗

注释：

3. 某个引脚处于强驱动模式模式中，如果输出为 HIGH 时，该引脚被上拉为 V_{DD}；如果输出为 LOW 时，该引脚被下拉为 Ground。

ON/OFF 切换

- 每次触摸按键时会切换 GPO 状态 （请见图 4）。
- 用于替换机械按键。例如，墙壁开关。

侧翼传感器抑制 （FSS）

- 有助于区分各个紧密排列的按键。
- 另外还能使用于拥有相反功能的按键中。例如，某个接口带有两个按键用于量度控制 （向上或向下）。
- FSS 的运行可说明下列不同情况：

1. 如果仅触摸一个按键，将报告 ON 状态。请参见图 5。
2. 当检测到多个按键处于 ON 状态时，如果先前某个按键已被触摸，那么该按键将被报告为 ON 状态。请参见图 6。

抗噪能力

- 提高器件对外部辐射和传导噪声的抗噪能力。
- 可以降低噪声辐射。
- 有两种抗噪级别分别为：“ 正常 ” 和 “ 高 ”。

LED 保持点亮时间

- 在释放按键时提供更好的视觉反馈，并提高设计美观。
- 释放相应的 CSx 按键后，GPOx 在一段指定的间隔内被设置为低电平 （请见图 7）。
- 当复位某个按键时（请参考 第 8 页上的 按键自动复位），LED 保持点亮时间不再适用于相应的 GPO。
- 适用于最后释放的按键的 GPO。
- 如第 8 页上的图 8 所示，由于释放了 CS1 按键，因此 GPO0 会过早进入高电平状态 （在 LED 保持点亮时间结束前）。因此，LED 保持点亮时间计数器被复位。这样，释放 CS1 按键后，GPO1 在 LED 保持点亮时间内处于低电平。
- LED 保持点亮时间为 0 到 2000 ms。
- LED 保持点亮时间的分辨率为 20 ms。

图 4. GPO0 上的 ON/OFF 切换功能的示例

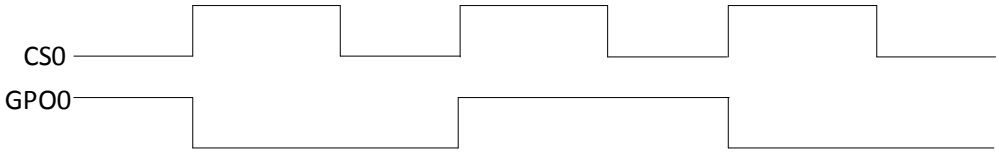
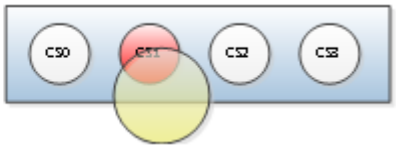


图 5. 只有一个按键被按下时的 FSS

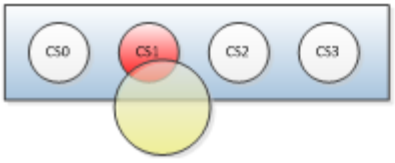


按下前无按键为 ON

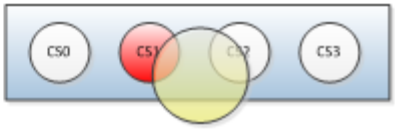


按下时， CS1 被报告为 ON。

图 6. 有多个按键被按下时的 FSS （其中，只有第一个按键的状态为 ON）



CS1 被按下，并被报告为 ON



可以同时按下 CS2 和 CS1 ； 但只有 CS1 被报告为 ON

图 7. GPO0 上的 LED 点亮时序图示例

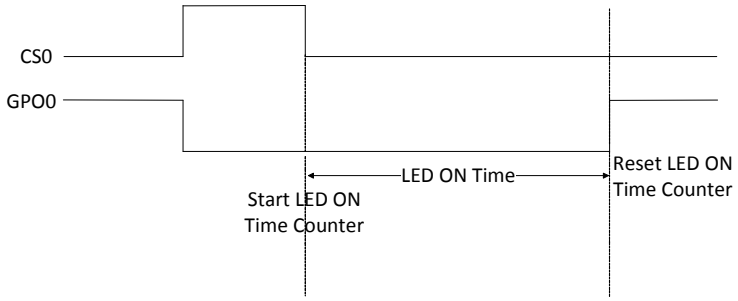
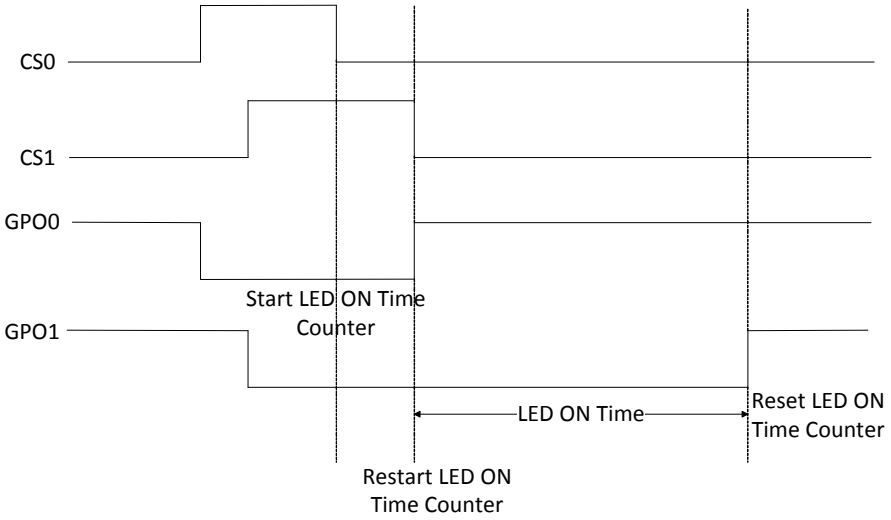


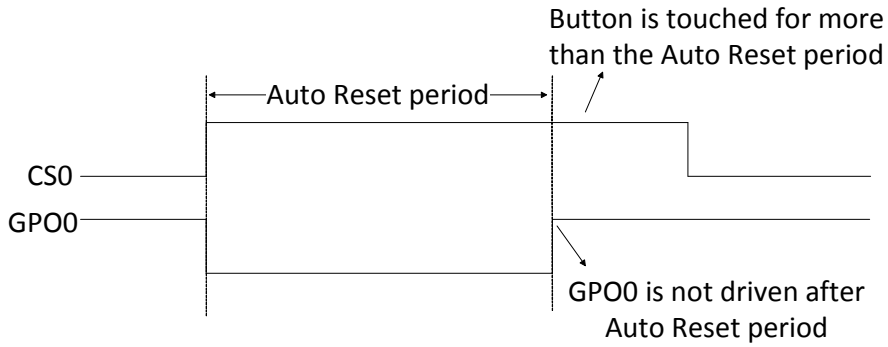
图 8. GPO0 和 GPO1 上的 LED 点亮时序图示例



按键自动复位

- 防止由放置在某个按键附近位置的金属物体引起的按键状态卡死。
- 当需要在特定时间内保持 GPO 输出为 ON 状态时，该功能将会有用。
- 如果 GPOx 已被使能，当 CSx 被连续触摸时，它会在最长 ARST 时间内被驱动。请参见图 9。
- 自动复位周期为 20 秒。

图 9. GP0 上的按键自动复位示例



上电时 LED 效果

- 在器件上电时提供直观效果。
- 上电后，所有 LED 在初始时间内显示调光和渐褪效果。
- 当 CSx 被使能时，可以看到 GPOx 的效果。
- 这一过程中，所有 CapSense 按键均被禁用。
- 如果任何 CapSense 按键或 CSx 的上电自测试失败，那么在相应的 GPOx 上将看不到效果。
- 欲了解上电自测试的更多信息，请参考系统诊断。
- 为 LED 效果设置下列参数：
  - 低亮度：最小的 LED 亮度。
  - 低亮度时间 — LED 处于低亮度状态的时长。
  - 上升时间 ：LED 从低亮度状态变化到高亮度状态所需的时间。
  - 高亮度：最大的 LED 亮度。
  - 高亮度时间 — LED 处于高亮度状态的时长。
  - 下降时间 — LED 从高亮度状态变化到低亮度状态所需的时间。
  - 重复频率 — 效果重复的次数。
- 在器件上电的初始化时间过后，便可以观察效果。如果抗噪级别为 “ 正常 ”，初始化时间小于 350 ms ；如果抗噪级别为 “ 高 ”，则该时间小于 1000 ms。
- 只在效果完成后，器件才响应任何按键触摸。
- 提供了三种预定义的上电 LED 效果。
- 各种效果分别如下：
  - 所有 LED 同时进入高亮度状态并返回低亮度状态。请参见图 10。
  - 所有 LED 同时进入高亮度状态并返回低亮度状态。此过程会重复一次 （重复频率为 2）。请参见图 11。
  - 所有 LED 按顺序进入高亮度状态并返回低亮度状态。请参见第 10 页上的图 12。

图 10. 上电 LED 效果序列 1

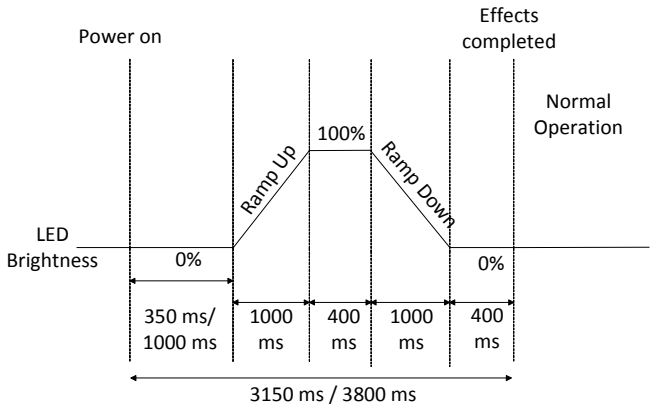


图 11. 上电 LED 效果序列 2

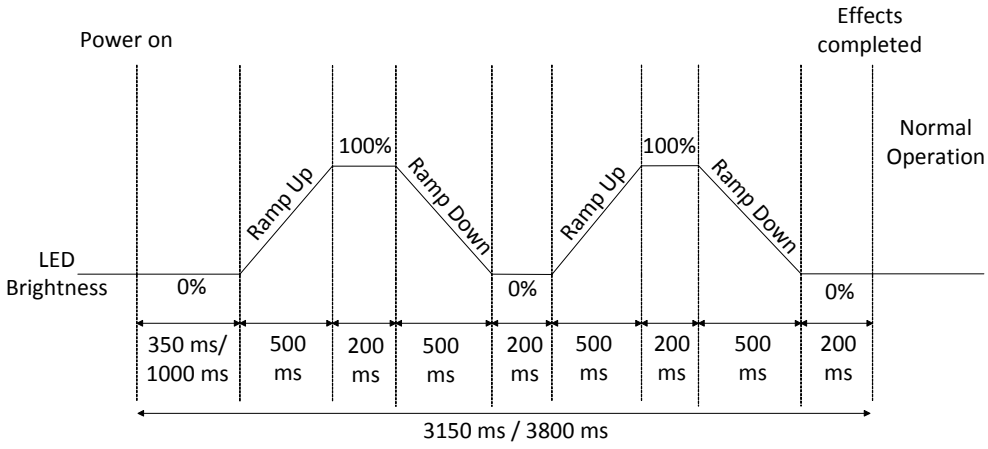
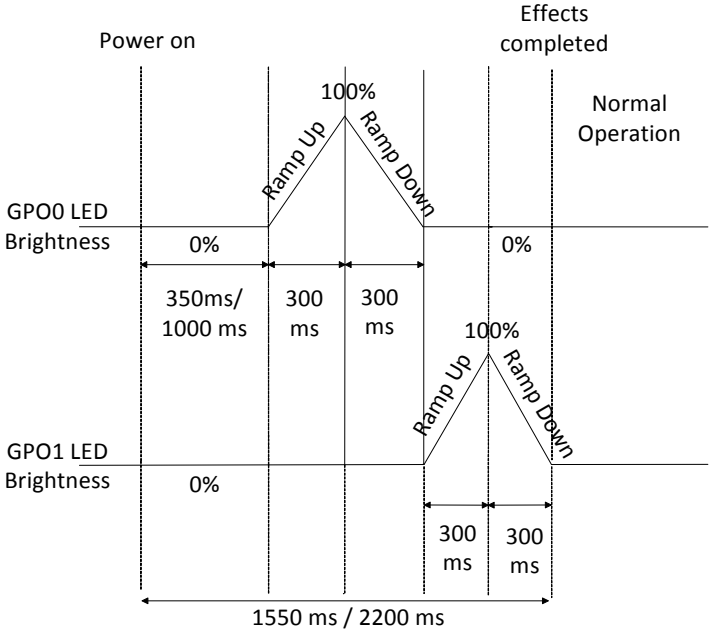


图 12. 按键设计的上电 LED 效果序列 3



模拟电压支持

- 图 13 显示的是主机处理器以及与之相连的通用外部电阻网络。
- 根据输入引脚上的电压电平，可以通过配置主机来执行不同的操作。该操作是由开关控制的。
- 这些开关可通过 CapSense 按键控制。
- 如果被使能， GPO 可在网络上取代这些开关。
- GPO 处于开漏低电平驱动模式。
- 不能将 GPO 同时使用于电阻网络和 LED 驱动。相反，Backlighting 引脚可作为一个用于驱动 LED 的 GPO，它是通过 CSx 按键控制的。
- 如果仅需要一个按键的状态为 ON 便能够提供模拟电压支持，请使能 FSS。
- 对于 CY8CMBR2010，图 14 显示的是一个简单的外部电阻网络。

图 13. 通用的外部电阻网络

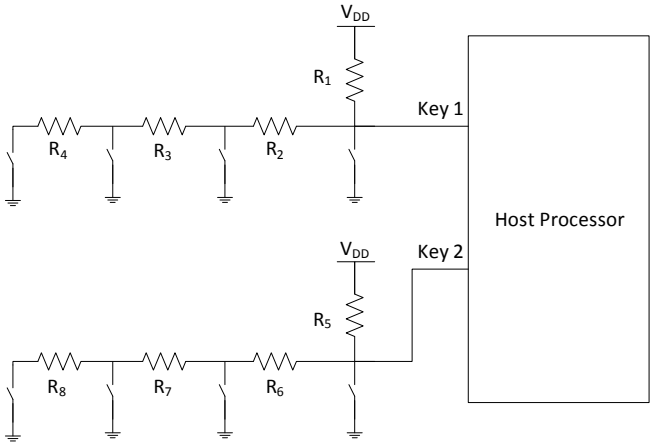
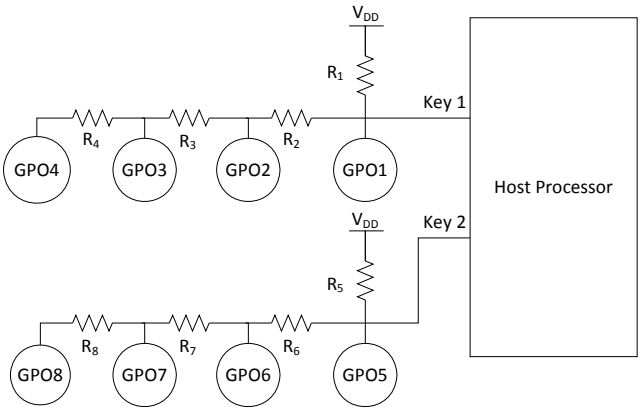


图 14. 模拟电压支持 CY8CMBR2010



LED 背光

- 可将其作为LED驱动的GPO使用，由所有CapSense按键CSx控制。
- 使能模拟电压支持时可以使用它。
- 背光是一个强驱动、低电平有效的输出。如果按下一个或更多 CapSense 按键，它将进入低电平状态。

控制 CS0 按键的灵敏度

- 所有按键的灵敏度 （CS0 除外）均为 “ 高 ”。
- 对于特殊要求（如电源按键）， CS0 的灵敏度可以为 “ 低 ”。
- 当使用较厚的覆盖层时，应将灵敏度设置为较高值。

控制 CS0 按键的去抖动

- 避免由系统中的噪声尖峰或任何其他毛刺引起的误触发按键。
- 指定按下 CS0 按键的最小时间，以触发一个输出。
- 这对于其他功能非常有用，例如，将系统复位链接到 CS0 去抖动相应的触摸时间。

系统诊断

- 内置的 “ 上电自检 ”（POST）机制在加电复位（POR）时执行几种测试。该机制在生产测试中十分有用。
- 如果有任何按键上的诊断失败，上电复位后，抗噪级别为 “ 正常 ” 时，相应的 GPO 会在 350 ms 内发出 5 ms 的脉冲；抗噪级别为 “ 高 ” 时，则在 1000 ms 内发出 5 ms 的脉冲。
- 需要对所有按键执行下列测试：

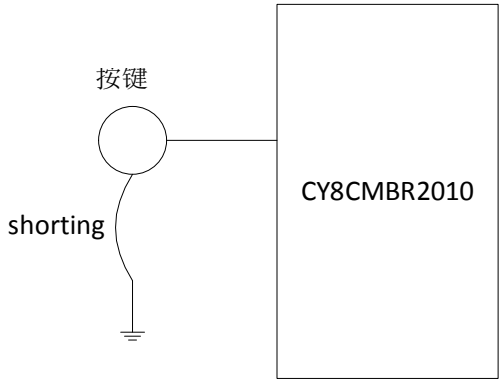
按键短路接地

所有短路接地的按键都被禁用。为了正确检测短路接地的按键，CSx 引脚和接地层之间的电阻应小于表 3 中规定的限制。请参见图 15。

表 3. CSx 和 GND 之间的最大电阻，以便可以进行合适的系统诊断操作

电源 （V_{DD}）（V）	CSx 和 GND 之间的最大电阻（Ω）
5.5	680
5	760
1.8	1700

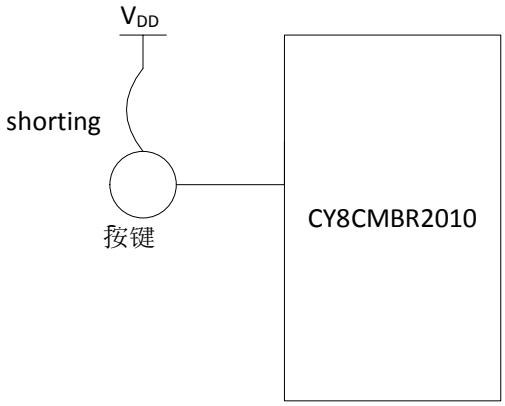
图 15. 按键短路接地



按键短路连接 V_{DD}

任何短路连接 V_{DD} 的按键都被禁用。请参见图 16。

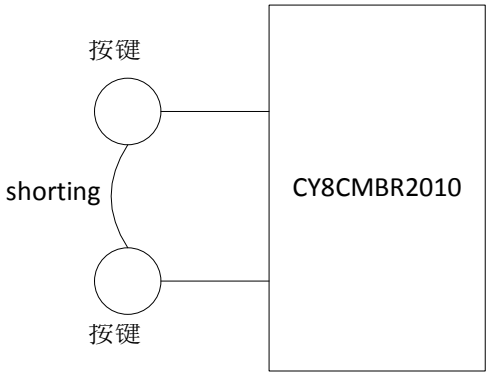
图 16. 按键短路连接 V_{DD}



按键与按键短接

如果两个或更多的按键被相互短接，则这些按键都被禁用。请参见图 17。

图 17. 按键与按键短路



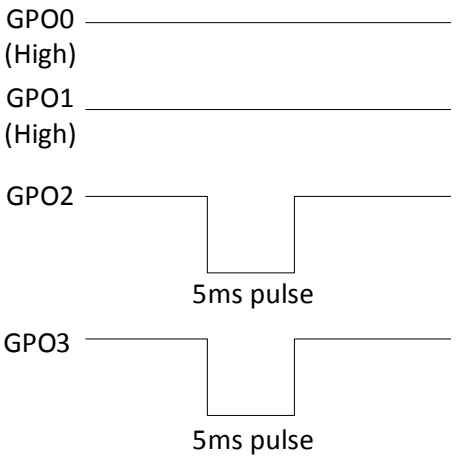
C_{MOD} 的错误值

- C_{MOD} 推荐值的范围为 2 nF 至 2.4 nF。
- 如果发现C_{MOD}的值小于1 nF或大于4 nF，那么所有按键都被禁用。

按键 C_P > 40 pF

如果发现任何按键的寄生电容（C_P）大于 40 pF，则禁用该按键。

图 18. CS0、 CS1 通过 POST 测试以及 CS2 和 CS3 不通过测试的示例



在图 18 中，CS0 和 CS1 按键被使能； CS2 和 CS3 按键因上电自测试失败被禁用。可以在 GPO2 和 GPO3 上观察到 5 ms 的脉冲。

串行调试数据

- 用于通过 Delay 引脚查看 CapSense 数据。
- 如果使能了串行调试数据，可以使用UART通信协议在Delay引脚上发送该数据。
- 串行数据使用 ~115,200 波特率进行发送。
- 赛普拉斯 MultiChart 工具可以用于查看数据。
- 如果使能了所有按键，器件将发送以下数据：
  - 固件版本
  - CapSense 按键状态
  - GPO 状态
  - 所有按键的原始计数
  - 所有按键的基准线
  - 所有按键的差值
  - 所有按键的寄生电容
  - 所有按键的 SNR
  - 系统诊断数据
  - 补偿 IDAC 值

更多有关原始计数、基准线、差值计数、寄生电容和 SNR 的信息，请查阅 CapSense 入门手册中的第 2 节。更多有关 MultiChart 工具的信息，请参阅 AN2397 CapSense 数据查看工具中的第 2 个方法。

- MultiChart 工具按照表 4 所示的格式排列数据。
- 器件按照表 5 所描述的顺序发送串行调试数据。

表 4. 排列在多图工具的串行调试数据

#	原始计数阵列		基准线阵列		信号阵列	
	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB
0	0x80	固件版本	0x00	CS_status_MSB	IDAC_Comp	GPO_Status_MSB
1	CS0_Cp	CS1_Cp	0x00	CS_status_LSB	0x00	GPO_Status_LSB
2	CS0_RawCount		CS0_Baseline		CS0_DiffCount	
3	CS1_RawCount		CS1_Baseline		CS1_DiffCount	
4	CS2_RawCount		CS2_Baseline		CS2_DiffCount	
5	CS3_RawCount		CS3_Baseline		CS3_DiffCount	
6	CS4_RawCount		CS4_Baseline		CS4_DiffCount	
7	CS5_RawCount		CS5_Baseline		CS5_DiffCount	
8	CS6_RawCount		CS6_Baseline		CS6_DiffCount	
9	CS7_RawCount		CS7_Baseline		CS7_DiffCount	
10	CS8_RawCount		CS8_Baseline		CS8_DiffCount	
11	CS9_RawCount		CS9_Baseline		CS9_DiffCount	
12	CS2_Cp	CS3_Cp	CS4_Cp	CS5_Cp	CS7_Cp	CS8_Cp
13	0x00	CS0_CS1_SNR	CS6_Cp	CS4_CS5_SNR	CS9_Cp	CS8_CS9_SNR
14	0x00	CS2_CS3_SNR	0x00	CS6_CS7_SNR	0x00	CMOD_Mask
15	VDD_Short_Mask		GND_Short_Mask		Pin_to_pin_short_Mask	
16	0x00	0x01	0x00	0x02	Cp_High_Mask	

表 5. 由 CY8CMBR2010 发送的串行调试数据输出

字节	数据	注释：
0	0x0D	Multi-Chart （多图）工具的虚拟数据
1	0x0A	
2	0x80	–
3	固件版本	固件版本
4	CS0_Cp	十六进制格式的 CS0 寄生电容值 （pF）
5	CS1_Cp	十六进制格式的 CS1 寄生电容值 （pF）
6	CS0_RawCount_MSB	16 位无符号整数
7	CS0_RawCount_LSB	
8	CS1_RawCount_MSB	16 位无符号整数
9	CS1_RawCount_LSB	
. .	. .	. .
24	CS9_RawCount_MSB	16 位无符号整数
25	CS9_RawCount_LSB	
26	CS2_Cp	十六进制格式的 CS2 寄生电容值 （pF）
27	CS3_Cp	十六进制格式的 CS3 寄生电容值 （pF）
28	0x00	–
29	CS0_CS1_SNR	CS0 和 CS1 的 SNR
30	0x00	–
31	CS2_CS3_SNR	CS2 和 CS3 的信噪比
32	VDD_Short_Mask_MSB	CS 引脚短接 V_{DD} 的系统诊断数据
33	VDD_Short_Mask_LSB	
34	0x00	–
35	0x01	
36	0x00	–
37	CS_status_MSB	提供 CS8–CS9 的状态
38	0x00	–
39	CS_status_LSB	提供 CS0–CS7 的状态
40	CS0_Baseline_MSB	16 位无符号整数
41	CS0_Baseline_LSB	
42	CS1_Baseline_MSB	16 位无符号整数
43	CS1_Baseline_LSB	
. .	. .	. .
58	CS9_Baseline_MSB	16 位无符号整数
59	CS9_Baseline_LSB	
60	CS4_Cp	十六进制格式的 CS4 寄生电容值 （pF）
61	CS5_Cp	十六进制格式的的 CS5 寄生电容值 （pF）
62	CS6_Cp	十六进制格式的的 CS6 寄生电容值 （pF）
63	CS4_CS5_SNR	CS4 和 CS5 的信噪比
64	0x00	–
65	CS6_CS7_SNR	CS6 和 CS7 的信噪比

表 5. 由 CY8CMBR2010 发送的串行调试数据输出 （续）

字节	数据	注释：
66	GND_Short_Mask_MSB	CS 引脚接地短路的系统诊断数据
67	GND_Short_Mask_LSB	
68	0x00	–
69	0x02	
70	IDAC_Comp	补偿 IDAC
71	GPO_Status_Mask_MSB	提供 GPO8–GPO9 的状态
72	0x00	–
73	GPO_Status_Mask_LSB	提供 GPO0–GPO7 的状态
74	CS0_DiffCount_MSB	无符号的 16 位整数
75	CS0_DiffCount_LSB	
76	CS1_DiffCount_MSB	无符号的 16 位整数
77	CS1_DiffCount_LSB	
. .	. .	. .
92	CS9_DiffCount_MSB	无符号的 16 位整数
93	CS9_DiffCount_LSB	
94	CS7_Cp	十六进制格式的 CS7 寄生电容值 （pF)
95	CS8_Cp	十六进制格式的 CS8 寄生电容值 （pF）
96	CS9_Cp	十六进制格式的 CS9 寄生电容值 （pF）
97	CS8_CS9_SNR	CS8 和 CS9 的信噪比
98	0x00	–
99	CMOD_Mask	C_{MOD} 超出范围时的系统诊断数据
100	Pin_to_Pin_shorted_Mask_MSB	CS 引脚互相短路时的系统诊断数据
101	Pin_to_Pin_shorted_Mask_LSB	
102	Cp_High_Mask_MSB	CS 按键 Cp > 40 pF 时的系统诊断数据
103	Cp_High_Mask_LSB	
104	0x00	多图工具的虚拟数据
105	0xFF	
106	0xFF	

系统诊断数据包括 POST 结果。如下所示：

■ VDD_Short_Mask — 包含了所有短接到 V_{DD} 的按键的信息。该数据的最高有效位和最低有效位包含以下信息：

表 6. VDD_Short_Mask

名称	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
VDD_Short_Mask_LSB	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0
VDD_Short_Mask_MSB							CS9	CS8

对于 CSx，相应位的写入值为：

0 ..... 如果 CSx 没有短接 V_{DD}

1 ..... 如果 CSx 短接 V_{DD}

■ GND_Short_Mask — 包含了所有对地短路的按键的信息。该数据的最高有效位和最低有效位包含以下信息：

表 7. GND_Short_Mask

名称	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
GND_Short_Mask_LSB	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0
GND_Short_Mask_MSB							CS9	CS8

对于 CSx，相应位的写入值为：

0 ..... 如果 CSx 没有对地短路

1 ..... 如果 CSx 对地短路

■ CMOD_Mask — 它包含了 C_{MOD} 取值范围的信息。该字节的写入值为：

0 ..... 如果 C_{MOD} 的值处于该范围 （1 nF 到 4 nF）

1 ..... 如果 C_{MOD} 的值大于 4 nF

2 ..... 如果 C_{MOD} 的值小于 1 nF

■ Pin_to_Pin_Short_Mask — 包含了所有按键短接的信息：该数据的最高有效位和最低有效位包含以下信息：

表 8. Pin_to_Pin_Short_Mask

名称	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
Pin_to_Pin_Short_Mask_LSB	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0
Pin_to_Pin_Short_Mask_MSB							CS9	CS8

对于 CSx，相应位的写入值为：

0 ..... 如果 CSx 引脚没有短接到其它任何 CSy 引脚

1 ..... 如果 CSx 引脚短接到其它 CSy 引脚

■ Cp_High_Mask — 它包含了 CSx 按键的 C_P 取值范围的信息。该数据的最高有效位和最低有效位包含以下信息

表 9. Cp_High_Mask

名称	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
Cp_High_Mask_LSB	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0
Cp_High_Mask_MSB							CS9	CS8

对于 CSx，相应位的写入值为：

0 ..... 如果 CSx C_P 的值小于 40 pF

1 ..... 如果 CSx C_P 的值大于 40 pF

功耗和工作模式

CY8CMBR2010 的设计可满足电池供电应用中的低功耗要求。为尽可能降低工作电流，要进行下面设计 —

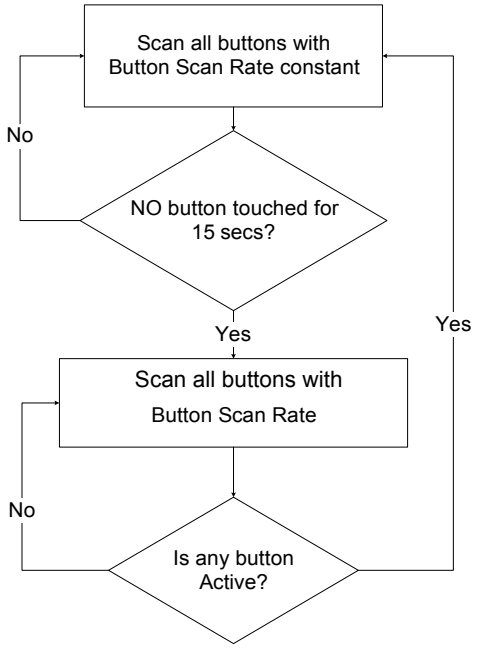
- 将所有未使用的 CapSense 输入接地
- 按照 CapSense 入门手册中 3.7.1 节的设计指南最小化 Cp。
- 降低供电电压 （有效范围 ：1.71 V 到 5.5 V）
- 降低 CS0 按键灵敏度
- 通过对设计进行配置来优化功耗
- 只在需要时才使用 “ 高 ” 抗噪级别
- 使用更高的按键扫描率或深度睡眠工作模式

欲了解更多有关降低功耗的流程，请参考 CY8CMBR2010 设计指南中的第 5 节。

低功耗睡眠模式

以下流程图描述的是低功耗睡眠模式。

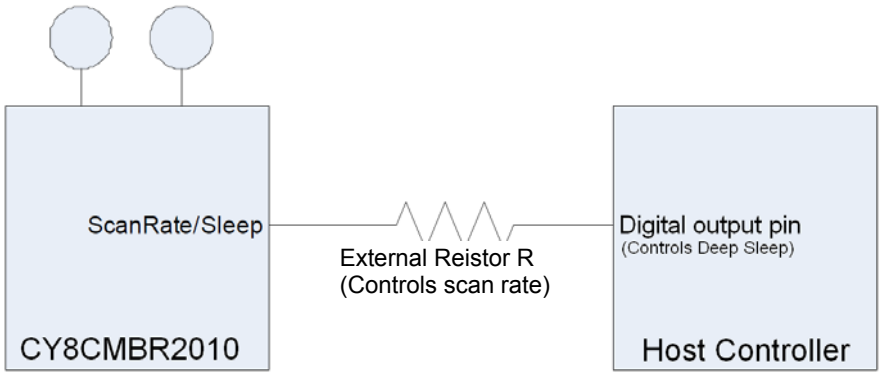
图 19. 低功耗睡眠模式



- 按键扫描速率等于器件扫描和睡眠的时间之和。
- 按键扫描速率偏移量由外部电阻定义。
- 为了得到按键扫描速率，该偏移量被添加到一个常量。
- 更多有关按键扫描速率偏移量和按键扫描速率常量的信息，请参考附录中的第 30 页上的表 23 和第 31 页上的表 24。
- 扫描速率范围为 25 到 556 ms。

深度睡眠模式

图 20. 使能深度睡眠模式的 ScanRate/Sleep 引脚连接



- 为了使能深度睡眠模式，ScanRate/Sleep引脚需要按照第16页上的图 20 与主机控制器相连。
- 为使该器件进入深度睡眠模式，主机控制器应将该引脚连接至 V_{DD}。
- 在深度睡眠模式下，所有模块均关闭并且该器件功耗大概为 0.1 µA。
- 在深度睡眠模式下，停止进行任何 CapSense 扫描。
- 为使该器件从深度睡眠模式唤醒，应下拉ScanRate/Sleep引脚到低电平。
- 当器件退出深度睡眠模式时， CapSense 系统将重新初始化。重新初始化的典型时间为 20 ms（如果抗噪级别为 “ 正常 ”）或 50 ms （如果抗噪级别为 “ 高 ”）。在这段时间内，不会报告任何按键触摸。
- 上电后， ScanRate/Sleep 引脚将被下拉。
- 如果上电时上拉ScanRate/Sleep引脚，器件在POST后进入深度睡眠模式并且上电 LED 效果完成。

响应时间

响应时间是按下某个按键并且被器件视为有效按键触摸的最短时间。

可以按照下面公式计算该时间

$$RT_{FBT} = Button\ Scan\ Rate + \left[Button\ Scan\ Rate\ constant \times \left\{Round_{down}\left(\frac{(Debounce - 1)}{3}\right) + 1\right\}\right]$$

$$RT_{CBT} = Button\ Scan\ Rate\ constant + \left[Button\ Scan\ Rate\ constant \times \left\{Round_{down}\left((Debounce - 1)/3\right) + 1\right\}\right]$$

其中：

RT_{FBT} 是第一个按键接触的响应时间

RT_{CBT} 是在第一次按键触摸后连续按下按键的响应时间

对于 CS1–CS9 引脚 ：去抖动为 3

CS0 的去抖动值可以是 3 / 24 / 48 / 99

$Round_{down}$ 是一个不超过 （（去抖动值 – 1） /3）的最大整数值

例如，假设一个设计中包括把个按键，另外 Delay 引脚通过 3.2 kΩ 电阻接地。这样，该设计的响应时间得到优化，并且用户定义的按键扫描速率为 556 ms （如第 30 页上的表 23 和第 31 页上的表 24 所示）。

假设该设计不使用 CS0 引脚，那么每个按键 （CS1–CS8）的去抖动值将为 3。这种设计的按键扫描速率常量为 50 ms （如第 31 页上的表 24 所示）。

这时，响应时间如下：

$$RT_{FBT} = 556 + \left[50 \times \left\{Round_{down}\left((3 - 1)/3\right) + 1\right\}\right] = 606\ ms$$

$$RT_{CBT} = 50 + \left[50 \times \left\{Round_{down}\left((3 - 1)/3\right) + 1\right\}\right] = 100\ ms$$

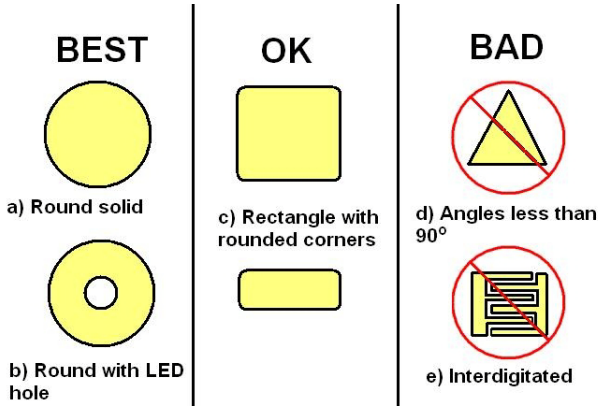
布局指南和最佳实践

表 10. 布局指南和最佳实践

序号	类目	最小值	最大值	建议 / 备注
1	按键形状	–	–	实心圆形模型，带 LED 孔的圆形，圆角的矩形
2	按键尺寸	5 mm	15 mm	请参考设计工具箱。
3	按键间距	等于按键离地间隙	–	8 mm （第 19 页上的图 22 中的 Y 尺寸）
4	按键离地间隙	0.5 mm	2 mm	请参考设计工具箱 （第 19 页上的图 22 中的 X 尺寸）。
5	接地层 — 顶层	–	–	填充网格走线宽度为 7 mil，填充网格宽度为 45 mil（填充比例为 15%）。
6	接地层 — 底层	–	–	填充网格走线宽度为 7 mil，填充网格宽度为 70 mil（填充比例为 10%）。
7	从按键触控板到 CapSense 控制器引脚之间的走线长度	–	450 mm	请参考设计工具箱。
8	走线宽度	0.17 mm	0.20 mm	0.17 mm （7 mil）
9	走线布局	–	–	应该将各走线路由到非按键的侧面上。如将非 CapSense 走线穿过 CapSense 走线，则应确保其垂直相交。
10	按键的过孔位置	–	–	过孔应接近按键板边缘，以降低走线长度并增强灵敏度。
11	按键走线的过孔尺寸	–	–	10 mil
12	按键走线上的过孔数	1	2	1
13	CapSense 串联电阻与按键引脚间的距离	–	10 mm	为实现噪声抑制，应将 CapSense 串联电阻置于靠近器件的地方。 CapSense 电阻具有最高的优先级，因此应优先放置 CapSense 电阻。
14	任何 CapSense 走线与接地层之间的距离	10 mil	20 mil	20 mil
15	器件放置	–	–	将器件安装在按键的对面层。器件和按键之间的 CapSense 走线长度要为最小 （请查看上面的走线长度内容）
16	两层 PCB 上各组件的放置	–	–	顶层 — 按键 底层 — 器件、其他组件以及走线。
17	四层 PCB 上各组件的放置	–	–	顶层 — 按键 第二层 — CapSense 走线和 V_{DD} （避免将 V_{DD} 走线布置在按键下方） 第三层 — 网格地 底层 — CapSense 控制器，其他组件以及非 CapSense 走线
18	覆盖层厚度	0 mm	5 mm	请参考设计工具箱。
19	覆盖层材料	–	–	应该为非导电材料。玻璃、 ABS 塑料、胶木、木材、等等。 PCB 与覆盖层之间不能有气隙。请使用粘合剂来粘贴 PCB 和覆盖层。
20	覆盖层粘合剂	–	–	粘合剂应为非导电材料且介电同质。建议使用 3 M 467 MP 和 468 MP 粘合剂。
21	LED 背光	–	–	在按键板上切一个孔，并使用可背后安装的 LED。请参考以下的 PCB 布局。
22	电路板厚度	–	–	基于 CapSense FR4 设计的标准板厚为 1.6 mm。

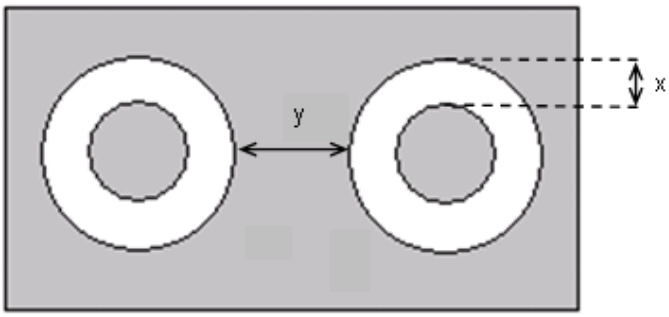
CapSense 按键形状

图 21. CapSense 按键形状



按键布局设计

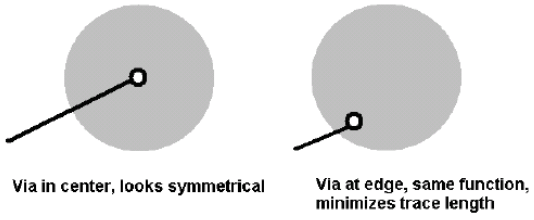
图 22. 按键布局设计



x：按键离地间隙（请参考 第 18 页上的 布局指南和最佳实践）。
y：按键离地间隙（请参考 第 18 页上的 布局指南和最佳实践）。

推荐的过孔放置

图 23. 推荐的过孔放置



带有十个 CapSense 按键和十个 GPO 的示例 PCB 布局设计

图 24. 顶层

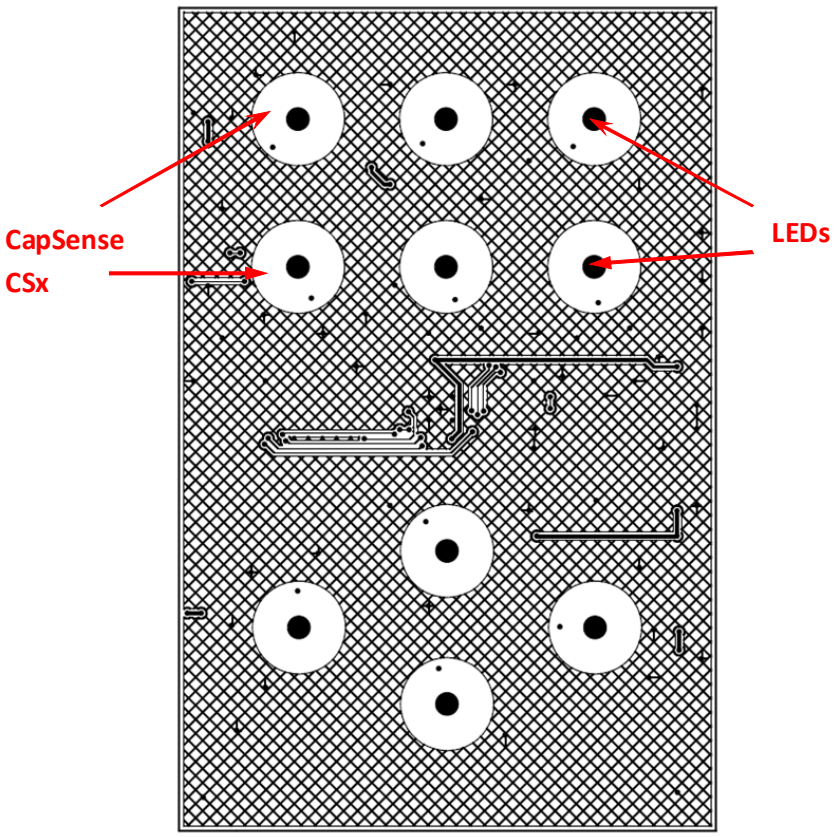
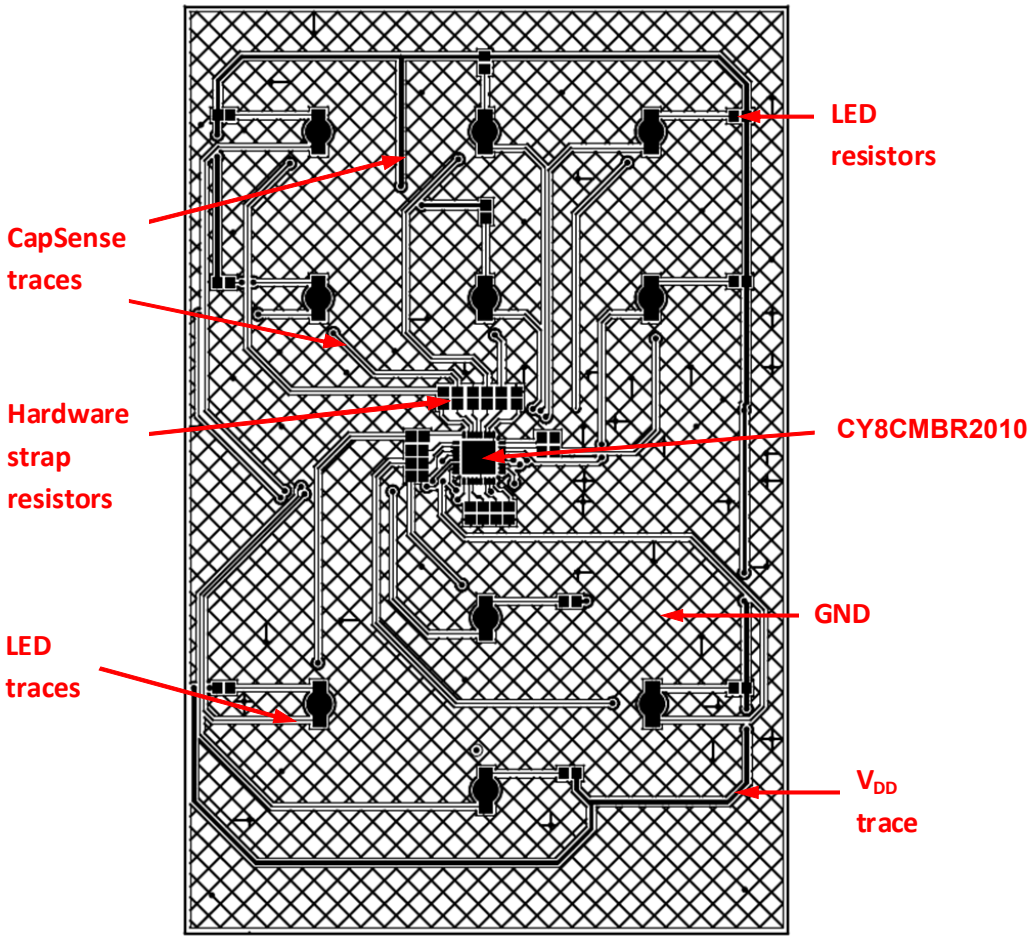


图 25. 底层


LED
resistors
CapSense
traces
Hardware
strap
resistors
CY8CMBR2010
GND
LED
traces
V_{DD}
trace

电气规范

本节介绍了 CY8CMBR2010 器件的直流和交流电气规范。

最大绝对额定值

超过最大额定值可能会缩短器件的使用寿命。

表 11. 最大绝对额定值

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
T_{STG}	存放温度	–55	+25	+125	°C	存放温度越高，数据保留时间便越短。推荐的存放温度为 +25 °C ± 25 °C。存放温度长期保持在 85 °C 以上会降低可靠性。
V_{DD}	与 V_{SS} 相对的供电电压	–0.5	–	+6.0	V	
V_{IO}	CapSense 输入和数字输出引脚的直流电压	V_{SS} – 0.5	–	V_{DD} + 0.5	V	
I_{MIG}	任意 GPO 引脚中的最大电流	–25	–	+50	mA	
ESD	静电放电电压	2000	–	–	V	人体模型 ESD
LU	闩锁电流	–	–	200	mA	符合 JESD78 标准

工作温度

表 12. 工作温度

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
T_A	环境温度	–40	–	+85	°C	
T_C	商业级温度	0	–	+70	°C	
T_J	模具工作温度	–40	–	+100	°C	从环境温度到结温的升高情况因封装不同而有所变化。请参考第 28 页上的表 20。用户必须限制功耗，以满足此要求。

直流电气特性

芯片直流电平规范

下表列出了在以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范。

表 13. 直流芯片级规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{DD}[4、 5、 6]	供电电压	1.71	–	5.5	V	
I_{DD}	供电电流	–	3.4	4.0	mA	V_{DD} = 3.0 V， T_A = 25 °C
I_{DA}	工作电流	–	3.4	4.0	mA	V_{DD} = 3.0 V， T_A = 25 °C，连续按键扫描
I_{DL}	低功耗睡眠电流	–	1.07	1.50	µA	V_{DD} = 3.0 V， T_A = 25 °C
I_{DS}	深度睡眠电流	–	0.1	1.05	µA	V_{DD} = 3.0 V， T_A = 25 °C
I_{AV1}	平均电流	–	85.90	–	µA	使用四个按键，触摸时间的 3%，10 pF < 所有按键的 C_P < 20 pF，按键扫描速率为 556 毫秒 （功耗得到优化），抗噪级别为 “ 正常 ”，CS0 灵敏度为 “ 高 ”
I_{AV2}	平均电流	–	131.50	–	µA	使用八个按键，触摸时间的 5%，10 pF < 所有按键的 C_P < 20 pF，按键扫描速率为 556 毫秒 （响应时间得到优化），抗噪级别为 “ 正常 ”，CS0 灵敏度为 “ 高 ”
I_{AV3}	平均电流	–	168.10	–	µA	使用十个按键，触摸时间的 5%，10 pF < 所有按键的 Cp < 20 pF，按键扫描速率为 419 毫秒 （响应时间得到优化），抗噪级别为 “ 正常 ”，CS0 灵敏度为 “ 高 ”

注释：

4. 当 V_{DD} 电压保持在 1.75 V - 1.9 V 范围内的时间超过 50 µs 时，从 1.75 V-1.9 V 范围移至 2 V 以上的转换率必须慢于 1 V/500 µs，这样可以避免触发 POR。其他任何电压范围内或跃变时压摆率的另外限制是 SRPOWER_UP 参数。
5. 断电后，确保在 V_{DD} 降至 100 mV 以下后才使用备用电源。
6. 为了正常实现 CapSense 模块功能，如果 V_{DD} 的下降电压超过 V_{DD} 基本电压的 5%，则 V_{DD} 的下降速度不能超过 200 mV/s。V_{DD} 基本电压应介于 1.8 V 至 5.5 V 之间。

直流通用 I/O 规范

下表分别列出了以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范：3.0 V 至 5.5 V 和 –40 °C ≤ T_A ≤ 85 °C， 2.4 V 至 3.0 V 和 –40 °C ≤ T_A ≤ 85 °C，以及 1.71 V 至 2.4 V 和 –40 °C ≤ T_A ≤ 85 °C。典型参数适用于 25 °C 且电压为 5 V 和 3.3 V 的情况，并仅供设计指导之用。

表 14. 3.0 V 到 5.5 V 的直流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{OH1}	GPO0–GPO9 上的高输出电压（GPO5 除外）	V_{DD} – 0.20	–	–	V	I_{OH} ≤ 10 µA，所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH2}	GPO0–GPO9 上的高输出电压（GPO5 除外）	V_{DD} – 0.90	–	–	V	I_{OH} = 1 mA，所有 I/O 的最大源电流为 20 mA
V_{OH3}	GPO5 上的高输出电压，背光，Delay 引脚	V_{DD} – 0.20	–	–	V	I_{OH} < 10 µA，所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH4}	GPO5 上的高输出电压，背光，Delay 引脚	V_{DD} – 0.90	–	–	V	I_{OH} = 5 mA，所有 I/O 的最大拉电流为 20 mA
V_{OL}	所有 GPO 上的低输出电压，背光， Delay 引脚	–	–	0.75	V	I_{OL} = 25 mA，V_{DD} > 3.3 V，GPO0，GPO1，GPO2，GPO3，GPO4 上的最大灌电流为 60 mA，背光，Delay 引脚以及 GPO5， GPO6，GPO7，GPO8，GPO9 引脚上的灌电流为 60 mA 。
V_{IL}	输入低电平电压	–	–	0.80	V	
V_{IH}	输入高电平电压	2.00	–	–	V	

表 15. 2.4 V 到 3.0 V 的直流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{OH1}	GPO0–GPO9 上的高输出电压（GPO5 除外）	V_{DD} – 0.20	–	–	V	I_{OH} < 10 µA，所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH2}	GPO0–GPO9 上的高输出电压（GPO 5 除外）	V_{DD} – 0.40	–	–	V	I_{OH} = 0.2 mA，所有 I/O 的最大源电流为 10 mA
V_{OH3}	GPO5 上的高输出电压，背光，Delay 引脚	V_{DD} – 0.20	–	–	V	I_{OH} < 10 µA，所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH4}	GPO5 上的高输出电压，背光，Delay 引脚	V_{DD} – 0.50	–	–	V	I_{OH} = 2 mA，所有 I/O 的最大源电流为 10 mA
V_{OL}	所有 GPO 上的低输出电压，背光， Delay 引脚	–	–	0.75	–	I_{OL} = 5 mA，GPO0，GPO1，GPO2，GPO3，GPO4 引脚上的最大灌电流为 30 mA，背光，Delay引脚以及GPO5，GPO6，GPO7，GPO8，GPO9 引脚上的灌电流为 30 mA。
V_{IL}	输入低电平电压	–	–	0.72	V	
V_{IH}	输入高电平电压	1.40	–	–	V	

表 16. 1.71 V 到 2.4 V 的直流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{OH1}	GPO0–GPO9 上的高输出电压（GPO5 除外）	V_{DD} – 0.20	–	–	V	I_{OH} = 10 µA，所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH2}	GPO0–GPO9 上的高输出电压（GPO5 除外）	V_{DD} – 0.50	–	–	V	I_{OH} = 0.5 mA，所有 I/O 的最大源电流为 10 mA
V_{OH3}	GPO5 上的高输出电压，背光，Delay 引脚	V_{DD} – 0.20	–	–	V	I_{OH} = 100 µA，所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH4}	GPO5 上的高输出电压，背光，Delay 引脚	V_{DD} – 0.50	–	–	V	I_{OH} = 2 mA，所有 I/O 的最大源电流为 10 mA
V_{OL}	所有 GPO 上的低输出电压，背光， Delay 引脚	–	–	0.4	–	I_{OL} = 5 mA， GPO5， GPO6，GPO7，GPO8，GPO9 引脚上的最大灌电流为 20 mA 以及 GPO0，GPO1，GPO2，GPO3，GPO4 引脚上的灌电流为 30 mA，背光，Delay 引脚。
V_{IL}	输入低电平电压	–	–	0.3 × V_{DD}	V	
V_{IH}	输入高电平电压	0.65 × V_{DD}	–	–	V	

交流电气规范

交流芯片级规范

下表列出了在以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范。

表 17. 交流芯片级规范

参数	说明	最小值	最大值	单位	注意
SR_{POWER_UP}	电源转换速率	–	250	V/ms	上电期间 $_{VDD}$ 的转换速率。
T_{XRST}	上电时外部复位的脉宽	1	–	ms	器件的电源有效后，该参数可用
T_{XRST2}	上电后外部复位的脉宽	10	–	µs	器件的 V_{DD} 达到最大值后，该参数可用

交流通用 I/O 规范

下表列出了在以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范。

表 18. 交流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
T_{Rise1}	GPO0–GPO9 （GPO5 除外）引脚上强驱动模式下的上升时间，C_{load} = 50 pF	15	–	80	ns	V_{DD} = 3.0 到 3.6 V， 10% 到 90%
T_{Rise2}	GPO5 引脚上为上升时间、强驱动模式低电源，背光， Delay 引脚，C_{load} = 50 pF	10	–	50	ns	V_{DD} = 3.0 到 3.6 V， 10% 到 90%
T_{Rise3}	GPO0–GPO9 （GPO5 除外）引脚上的上升时间， C_{load} = 50 pF	15	–	80	ns	V_{DD} = 1.71 到 3.0 V， 10% 到 90%
T_{Rise2}	GPO5 引脚上为上升时间、强驱动模式低电源，背光， Delay 引脚，C_{load} = 50 pF	10	–	80	ns	V_{DD} = 1.71 到 3.0 V， 10% 到 90%
T_{Fall1}	所有 GPO 引脚上为下降时间、强驱动模式，背光， Delay 引脚，C_{load} = 50 pF	10	–	50	ns	V_{DD} = 3.0 到 3.6 V， 90% 降到 10%
T_{Fall2}	所有 GPO 引脚上为下降时间、强驱动模式低电源，背光， Delay 引脚， C_{load} = 50 pF	10	–	70	ns	V_{DD} = 1.71 到 3.0 V，90% 降到 10%

CapSense 规格

表 19. CapSense 规格

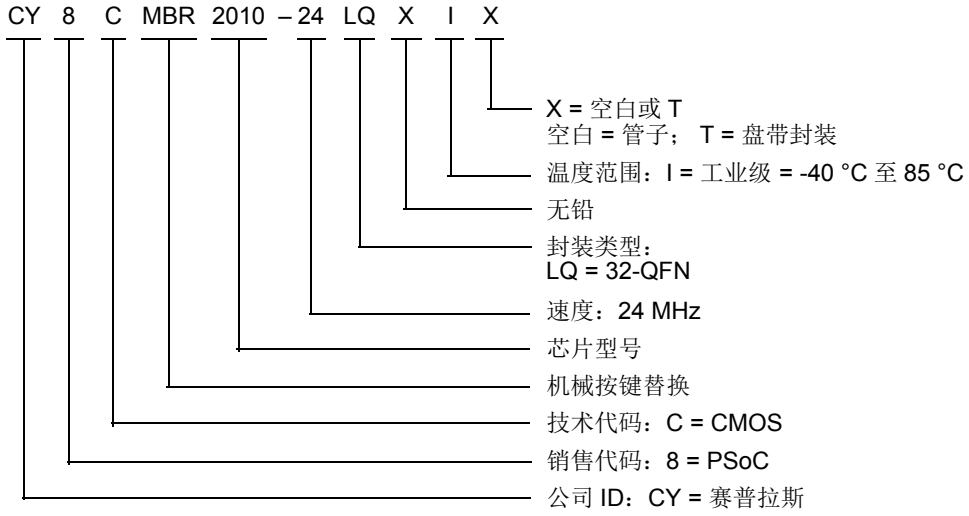
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
C_P	寄生电容	5	–	$(C_P + C_F) < 40$ [7]	pF	C_p 是指不存在手指触摸时引脚能检测到的总电容。 C_P 等于 C_{BUTTON}、C_{TRACE} 以及过孔和 C_{PIN} 的电容之和。
C_F	手指电容	0.25	–	$(C_P + C_F) < 40$ [7]	pF	C_F 等于手指触摸所引起的电容。
C_{PIN}	引脚上作为输入的电容负载	0.5	1.7	7	pF	
C_{MOD}	外部调制电容	2	2.2	2.4	nF	强制性要求
R_S	引脚和按键之间的串联电阻	–	560	616	Ω	降低射频噪声。

注释：
7. 当温度为 0 °C 以上时，寄生电容的最大值为 40 pF，温度为 –45 °C 时，该值为 38 pF。

订购信息

订购代码	封装类型	工作温度	CapSense 输入	GPO 数量	XRES 引脚
CY8CMBR2010-24LQXI	32-QFN （5 × 5 × 0.6 mm）	工业级	10	10	有
CY8CMBR2010-24LQXIT	32-QFN （5 × 5 × 0.6 mm，盘带封装）	工业级	10	10	有

订购代码定义



封装信息

热阻抗

表 20. 每种封装的热阻

封装	典型 θ_{JA} [8]
32-QFN [9]	20 °C/W

回流焊规范

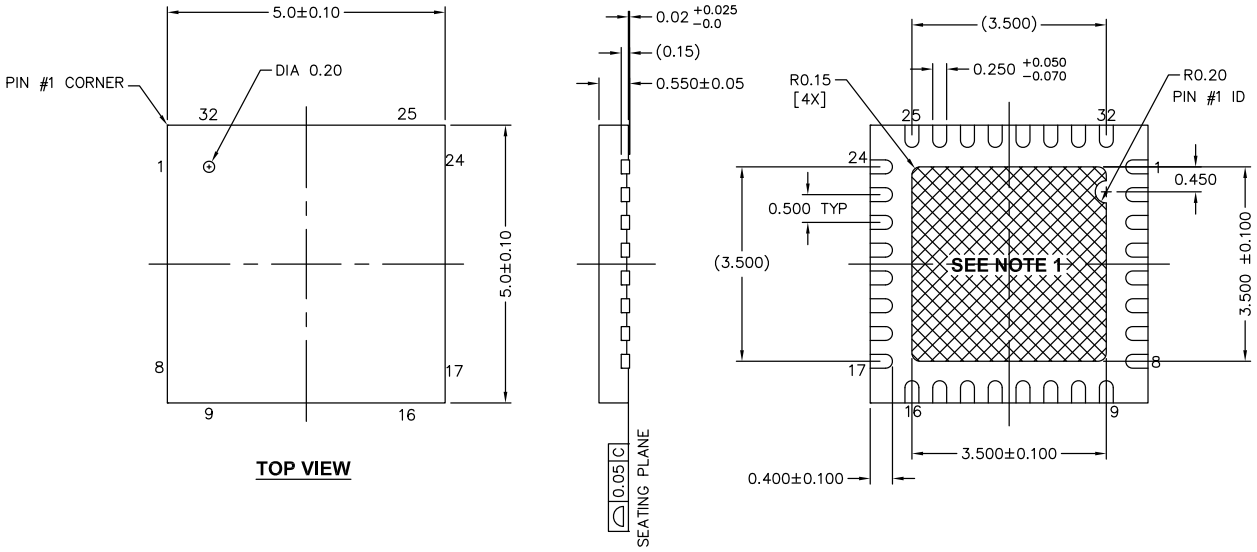
表 21 显示不可超过的回流焊温度限制。

表 21. 回流焊规范

封装	最小峰值温度 （T_C）	温度超过 T_C – 5 °C 的最长时间
32-QFN	260 °C	30 秒

封装图

图 26. 32-QFN （5 × 5 × 0.55 mm） LQ32 3.5 × 3.5 E-Pad （锯型）封装外形， 001-42168



注释：
8. $T_J = T_A$ + 功耗 × θ_{JA}。
9. 要达到 QFN 封装指定的热阻抗，中心热焊盘必须焊接到 PCB 接地层。

附录

表 22. 器件功能和电阻配置矩阵

特性	注释		引脚配置	器件引脚名称
ON/OFF 切换 / 侧向传感器抑制 （FSS）	**ON/OFF 切换**	**侧翼传感器抑制 （FSS）**		Toggle/FSS
	禁用	禁用	接地 / 悬空	
	使能	禁用	1.5 kΩ （±5%）电阻接地	
	禁用	使能	5.1 kΩ （±5%）电阻接地	
	使能	使能	V_{DD}	
抗噪能力 / 按键自动复位	**抗噪能力**	**按键自动复位**		ARST/EMC
	正常速度	禁用	接地 / 悬空	
	正常速度	使能	1.5 kΩ （±5%）电阻接地	
	高	禁用	5.1 kΩ （±5%）电阻接地	
	高	使能	V_{DD}	
LED 保持点亮时间 / 串行调试数据	**LED 保持点亮时间 （ms）**	**串行调试数据**		Delay
	0	禁用	接地 / 300 Ω （±1%）电阻接地	
	20		330 Ω （±1%）电阻接地	
	40		360 Ω （±1%）电阻接地	
	.....		.....	
	1980		3270 Ω （±1%）电阻接地	
	2000		3300 Ω （±1%）电阻接地	
	0	使能	7000 Ω （±1%）电阻接地	
	20		7030 Ω （±1%）电阻接地	
	40		7060 Ω （±1%）电阻接地	
	.....		.....	
	1980		9970 Ω （±1%）电阻接地	
	2000		10000 Ω （±1%）电阻接地	
上电 LED 效果 / 模拟电压支持 / LED 背光	**上电时 LED 效果**	**模拟电压支持 / LED 背光**		LED 渐变
	禁用	使能	接地	
	LED 效果 1	禁用	1.5 kΩ （±5%）电阻接地	
	LED 效果 2	禁用	5.1 kΩ （±5%）电阻接地	
	LED 效果 3	禁用	V_{DD}	
	禁用	禁用	悬空	
控制 CS0 按键的灵敏度和防抖动	**控制 CS0 按键的灵敏度**	**控制 CS0 按键的去抖动**		CS0Sensitivity
	高	3	接地 / 悬空	
	高	24	1.5 kΩ （±5%）电阻接地	
	高	48	5.1 kΩ （±5%）电阻接地	
	低	99	V_{DD}	

表 23. ScanRate/Sleep 引脚配置

ScanRate/Sleep 引脚连接		按键扫描速率偏移量
优化响应时间的设计	优化功耗的设计	
接地	6800 Ω （±1%）电阻接地	0
100 Ω （±1%）电阻接地	6900 Ω （±1%）电阻接地	0
200 Ω （±1%）电阻接地	7000 Ω （±1%）电阻接地	6
300 Ω （±1%）电阻接地	7100 Ω （±1%）电阻接地	12
400 Ω （±1%）电阻接地	7200 Ω （±1%）电阻接地	20
500 Ω （±1%）电阻接地	7300 Ω （±1%）电阻接地	29
600 Ω （±1%）电阻接地	7400 Ω （±1%）电阻接地	39
700 Ω (±1%) 电阻接地	7500 Ω （±1%）电阻接地	49
800 Ω （±1%）电阻接地	7600 Ω （±1%）电阻接地	61
900 Ω （±1%）电阻接地	7700 Ω （±1%）电阻接地	73
1000 Ω （±1%）电阻接地	7800 Ω （±1%）电阻接地	86
1100 Ω （±1%）电阻接地	7900 Ω （±1%）电阻接地	99
1200 Ω （±1%）电阻接地	8000 Ω （±1%）电阻接地	114
1300 Ω （±1%）电阻接地	8100 Ω （±1%）电阻接地	128
1400 Ω （±1%）电阻接地	8200 Ω （±1%）电阻接地	144
1500 Ω （±1%）电阻接地	8300 Ω （±1%）电阻接地	160
1600 Ω （±1%）电阻接地	8400 Ω （±1%）电阻接地	176
1700 Ω （±1%）电阻接地	8500 Ω （±1%）电阻接地	194
1800 Ω （±1%）电阻接地	8600 Ω （±1%）电阻接地	211
1900 Ω （±1%）电阻接地	8700 Ω （±1%）电阻接地	229
2000 Ω （±1%）电阻接地	8800 Ω （±1%）电阻接地	248
2100 Ω （±1%）电阻接地	8900 Ω （±1%）电阻接地	267
2200 Ω （±1%）电阻接地	9000 Ω （±1%）电阻接地	287
2300 Ω （±1%）电阻接地	9100 Ω （±1%）电阻接地	307
2400 Ω （±1%）电阻接地	9200 Ω （±1%）电阻接地	327
2500 Ω （±1%）电阻接地	9300 Ω （±1%）电阻接地	348
2600 Ω （±1%）电阻接地	9400 Ω （±1%）电阻接地	369
2700 Ω （±1%）电阻接地	9500 Ω （±1%）电阻接地	391
2800 Ω （±1%）电阻接地	9600 Ω （±1%）电阻接地	413
2900 Ω （±1%）电阻接地	9700 Ω （±1%）电阻接地	436
3000 Ω （±1%）电阻接地	9800 Ω （±1%）电阻接地	459
3100 Ω （±1%）电阻接地	9900 Ω （±1%）电阻接地	482
3200 Ω （±1%）电阻接地	10000 Ω （±1%）电阻接地	506

表 24 按照按键计数和器件优化提供了按键扫描速率常量。更多有关该常量的信息，请参考 第 16 页上的 功耗和工作模式。

表 24. 按键扫描速率常量

按键计数	按键扫描速率常量	
	优化响应时间的设计	优化功耗的设计
≤ 5	25 ms	50 ms
> 5	50 ms	50 ms

缩略语

缩略语	说明
AC	交流
AI	模拟输入
AO	模拟输出
ARST	自动复位
DC	直流
DI	数字输入
DO	数字输出
C_F	手指电容
C_P	寄生电容
CS	CapSense
FSS	侧翼传感器抑制
GPO	通用输出
I/O	输入 / 输出
LED	发光二极管
LSB	最低有效位
MSB	最高有效位
P	电源
PCB	印刷电路板
POR	上电复位
POST	上电自测
QFN	四方扁平无引线
RF	射频
SNR	信噪比

文档规范

测量单位

符号	测量单位
°C	摄氏度
kΩ	千欧
µA	微安
µs	微秒
mA	毫安
mil	一个英寸的千分之一 （1 mil = 0.0254 mm）
mm	毫米
ms	毫秒
mV	毫伏
nA	纳安
nF	纳法
ns	纳秒
Ω	欧姆
%	百分比
pF	皮法
V	伏特

数字规范

十六进制数字中的所有字母均为大写，结尾带小写的 ‘h’ （例如， ‘14h’ 或 ‘3Ah’ ）。十六进制数字还可以通过前缀 ‘0x’ 来表示 （C 编码规范）。二进制数字在结尾带小写的 ‘b’ （例如， ‘01010100b’ 或 ‘01000011b’ ）。不用 ‘h’ 、 ‘b’ 或 0x 来表示的数字是十进制数字。

文档修订记录

文档标题：CY8CMBR2010， CapSense® Express™ 10 按键控制器 文档编号：001-93003				
版本	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	4466551	NBWB	08/18/2014	本文档版本号为 Rev**，译自英文版 001-74495 Rev*B。
*A	4802363	NBWB	07/01/2015	本文档版本号为 Rev*A，译自英文版 001-74495 Rev*C。

销售，解决方案和法律信息

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。要找到离您最近的办事处，请访问赛普拉斯所在地。

产品

汽车级产品	cypress.com/go/automotive
时钟与缓冲区	cypress.com/go/clocks
接口	cypress.com/go/interface
照明与电源控制	cypress.com/go/powerpsoc
存储器	cypress.com/go/memory
PSoC	cypress.com/go/psoc
触摸感应产品	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 | 训练

技术支持

cypress.com/go/support

© 赛普拉斯半导体公司， 2012-2015。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。除非与塞普拉斯签订明确的书面协议，否则塞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，塞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。

所有源代码（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，未经塞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：塞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（但不限于）针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。塞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，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。

产品使用可能受适用于赛普拉斯软件许可协议的限制。

本文件中介绍的所有产品和公司名称均为其各自所有者的商标。