CAP1188

带8个LED驱动器的8通道电容式触摸传感器

概述

CAP1188是采用RightTouch®技术且带有多个功率型LED驱动器的多通道电容式触摸传感器。它包含8个独立的灵敏度可编程的电容式触摸传感器输入，适用于各种触摸传感器应用。每个传感器输入均可自动重新校准以补偿微小的环境变化。

CAP1188还包含8个LED驱动器，提供完全点亮/熄灭、变速闪烁、调光控制和呼吸功能。每个LED驱动器都可链接到一个在检测到触摸时执行的传感器输入。也可以通过主机控制器单独控制每个LED驱动器。

CAP1188 包括多重模式触摸识别，允许用户选择一组特定的可同时触摸的按钮。如果检测到此模式，则某个状态位将置1并产生一个中断。

此外，CAP1188还包含增强型传感器接近检测电路并提供相应支持。

CAP1188具有多个在低静态电流下工作的功耗状态。在待机工作状态下，一个或多个电容式触摸传感器输入处于工作状态，所有LED均可用。如果检测到触摸，将通过WAKE/SPI_MOSI引脚唤醒系统。

深度休眠为最低功耗状态，仅消耗5 µA（典型值）的电流。在此状态下，没有传感器输入处于工作状态。驱动WAKE/SPI_MOSI引脚或通信将唤醒器件。

应用

- 台式机和笔记本电脑
- LCD显示器
- 消费类电子产品
- 家电

特性

- 8个电容式触摸传感器输入
  - 可编程灵敏度
  - 自动重新校准
  - 每个按钮都具有单独阈值
- 接近检测
- 多按钮模式检测
- 针对寄生电容进行校准
- 针对系统噪声源的模拟滤波
- “按住”功能，适用于音量调节之类的应用
- 多个通信接口
  - 符合SMBus/I²C™标准的接口
  - BC-Link接口
  - SPI通信
  - 引脚可选的通信协议和多个从器件地址（仅限SMBus/I²C）
- 低功耗工作
  - 深度休眠状态下静态电流为5 µA
  - 待机状态下静态电流为 50 µA（监视 1 个传感器输入）
  - 待机状态下可采样一个或多个通道
- 8个LED驱动器输出
  - 漏极开路或推挽式
  - 可编程的闪烁、呼吸和调光控制
  - 可链接到电容式触摸传感器输入
- 专用唤醒输出标志在低功耗状态下触发唤醒
- 系统RESET引脚
- 采用符合RoHS法规的24引脚4 mm x 4 mm QFN封装

© 2014 Microchip Technology Inc.

致 客 户

我们旨在提供最佳文档供客户正确使用 Microchip 产品。为此，我们将不断改进出版物的内容和质量，使之更好地满足您的需求。出版物的质量将随新文档及更新版本的推出而得到提升。

如果您对本出版物有任何问题和建议，请通过电子邮件联系我公司 TRC 经理，电子邮件地址为 **CTRC@microchip.com**。我们期待您的反馈。

最新数据手册

欲获得本数据手册的最新版本，请访问我公司网站：

http://www.microchip.com

查看数据手册中任意一页下边角处的文献编号即可确定其版本。文献编号中紧跟数字串后的字母是版本号，例如：DS300000000A_CN 是文档的 A 版本。

勘误表

现有器件可能带有一份勘误表，描述了实际运行与数据手册中记载内容之间存在的细微差异以及建议的变通方法。一旦我们了解到器件/文档存在某些差异时，就会发布勘误表。勘误表上将注明其所适用的硅片版本和文件版本。

欲了解某一器件是否存在勘误表，请通过以下方式之一查询：

- Microchip 网站 **http://www.microchip.com**
- 当地 Microchip 销售办事处（见最后一页）

在联络销售办事处时，请说明您所使用的器件型号、硅片版本和数据手册版本（包括文献编号）。

客户通知系统

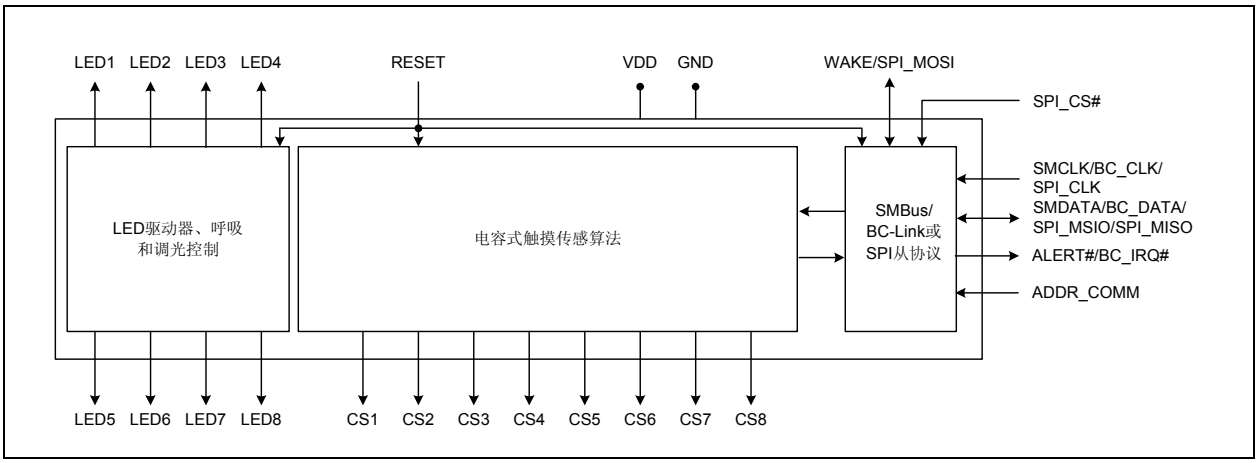
欲及时获知 Microchip 产品的最新信息，请到我公司网站 **http://www.microchip.com** 上注册。

© 2014 Microchip Technology Inc.

目录

1.0 框图 4
2.0 引脚说明 5
3.0 电气规范 9
4.0 通信 12
5.0 概述 23
6.0 寄存器说明 29
7.0 封装信息 67
附录A：器件差异 72
附录B：数据手册版本历史 74
Microchip网站 76
变更通知客户服务 76
客户支持 76
产品标识体系 77

1.0 框图



© 2014 Microchip Technology Inc.

2.0 引脚说明

图2-1： CAP1188 引脚图（24 引脚QFN）

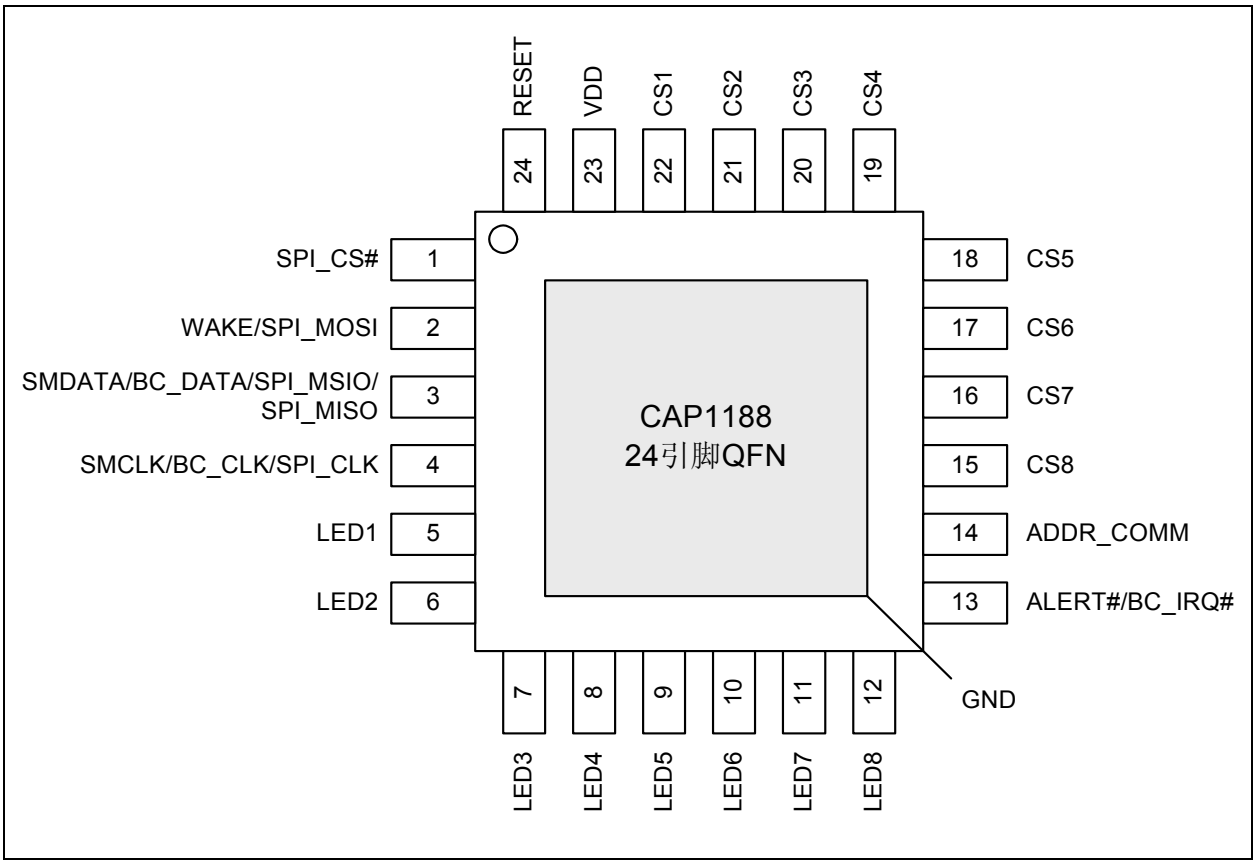


表2-1： CAP1188引脚说明

引脚编号	引脚名称	引脚功能	引脚类型	未使用的连接
1	SPI_CS#	SPI总线低电平有效片选	DI（5V）	连接到地
2	WAKE/ SPI_MOSI	WAKE——高电平有效唤醒/中断输出——待机功耗状态——需要下拉电阻	DO	下拉电阻
		WAKE——高电平有效唤醒输入——深度休眠功耗状态——需要下拉电阻	DI	
		SPI_MOSI——在正常模式下使用时为SPI主器件输出从器件输入端口	DI（5V）	连接到地

表2-1： CAP1188引脚说明（续）

引脚编号	引脚名称	引脚功能	引脚类型	未使用的连接
3	SMDATA/ BC_DATA/ SPI_MSIO/ SPI_MISO	SMDATA——双向漏极开路SMBus数据——需要上拉电阻	DIOD（5V）	n/a
		BC_DATA——双向漏极开路BC-Link数据——需要上拉电阻	DIO	
		SPI_MSIO——在双向模式下使用时为SPI主从器件输入输出双向端口	DIO	
		SPI_MISO——在正常模式下使用时为SPI主器件输入从器件输出端口	DO	
4	SMCLK/ BC_CLK/ SPI_CLK	SMCLK——SMBus时钟输入——需要上拉电阻	DI（5V）	n/a
		BC_CLK——BC-Link时钟输入	DI（5V）	
		SPI_CLK——SPI时钟输入	DI（5V）	
5	LED1	漏极开路LED 1驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 1驱动器	DO	悬空或连接到地
6	LED2	漏极开路LED 2驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 2驱动器	DO	悬空或连接到地
7	LED3	漏极开路LED 3驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 3驱动器	DO	悬空或连接到地
8	LED4	漏极开路LED 4驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 4驱动器	DO	悬空或连接到地
9	LED5	漏极开路LED 5驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 5驱动器	DO	悬空或连接到地

© 2014 Microchip Technology Inc.

表2-1： CAP1188引脚说明（续）

引脚编号	引脚名称	引脚功能	引脚类型	未使用的连接
10	LED6	漏极开路LED 6驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 6驱动器	DO	悬空或连接到地
11	LED7	漏极开路LED 7驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 7驱动器	DO	悬空或连接到地
12	LED8	漏极开路LED 8驱动器（默认）	OD（5V）	连接到地
		推挽式LED 8驱动器	DO	悬空或连接到地
13	ALERT#/ BC_IRQ#	ALERT#——低电平有效报警/SMBus报警或SPI中断的中断输出——需要上拉电阻（默认）	OD（5V）	连接到地
		ALERT——高电平有效推挽式报警/ SMBus报警或SPI中断的中断输出	DO	悬空
		BC_IRQ#——低电平有效中断/ 对于BC-Link为可选——需要上拉电阻	OD（5V）	连接到地
		BC_IRQ——高电平有效推挽式中断/ 对于BC-Link为可选	DO	悬空
14	ADDR_COMM	地址/通信选择引脚——下拉电阻确定地址/ 通信机制	AI	n/a
15	CS8	电容式触摸传感器输入8	AIO	连接到地
16	CS7	电容式触摸传感器输入7	AIO	连接到地
17	CS6	电容式触摸传感器输入6	AIO	连接到地
18	CS5	电容式触摸传感器输入5	AIO	连接到地
19	CS4	电容式触摸传感器输入4	AIO	连接到地
20	CS3	电容式触摸传感器输入3	AIO	连接到地
21	CS2	电容式触摸传感器输入2	AIO	连接到地
22	CS1	电容式触摸传感器输入1	AIO	连接到地
23	VDD	正电源	电源	n/a

表2-1： CAP1188引脚说明（续）

引脚编号	引脚名称	引脚功能	引脚类型	未使用的连接
24	RESET	高电平有效系统软复位——将所有寄存器复位为默认值。	DI（5V）	连接到地
底层焊盘	GND	地	电源	n/a

应用注释： 当ALERT#引脚配置为低电平有效输出时，该引脚为漏极开路输出引脚。当配置为高电平有效输出时，该引脚为推挽式输出引脚。

应用注释： 对于具有上拉电阻的5V耐压引脚，上拉电压在CAP1188未上电时不得超过3.6V。

应用注释： 使用SMBus、I^2C或BC-Link通信时，SPI_CS#引脚应接地。

表2-2中介绍了引脚类型。所有标有（5V）的引脚均为5V耐压引脚。

表2-2： 引脚类型

引脚类型	说明
电源	此引脚用于为器件供电或将器件接地。
DI	数字输入——此引脚用作数字输入。此引脚为5V耐压。
AIO	模拟输入/输出——此引脚用作模拟信号I/O。
DIOD	数字输入/漏极开路输出——此引脚用作数字I/O。用作输出时为漏极开路，并需要上拉电阻。此引脚为5V耐压。
OD	漏极开路数字输出——此引脚用作数字输出，为漏极开路，并需要上拉电阻。此引脚为5V耐压。
DO	推挽式数字输出——此引脚用作数字输出，可灌拉电流。
DIO	推挽式数字输入/输出——此引脚用作数字信号I/O。

© 2014 Microchip Technology Inc.

3.0 电气规范

表3-1： 绝对最大值

5V耐压引脚上的电压（V_{5VT_PIN}）	-0.3至5.5	V
5V耐压引脚上的电压（$\|V_{5VT_PIN} - V_{DD}\|$）注3-2	0至3.6	V
VDD引脚上的电压	-0.3至4	V
任何其他引脚相对于地的电压	-0.3至VDD + 0.3	V
T_A最高为85°C时24引脚QFN的封装功耗（见注3-3）	0.9	W
结点至环境热阻（θ_{JA}）（见注3-4）	58	°C/W
工作环境温度范围	-40至125	°C
存储温度范围	-55至150	°C
所有引脚的ESD额定值（HBM）	8000	V

注3-1 如果器件的工作条件超过上述绝对最大值，可能对器件造成永久性损坏。上述数值仅是工作条件最大值，我们不建议器件工作在最大值甚至超过最大值。

注3-2 对于具有上拉电阻的5V耐压引脚，V_{5VT_PIN}和V_{DD}间的电压差不得超过3.6V。

注3-3 封装功耗规范假定采用建议的热过孔设计，该设计包含3 x 3矩阵的0.3 mm（12 mil）过孔，间距为1.0 mm，且连接到带2.5 x 2.5 mm散热焊盘的接地层。

注3-4 结点至环境热阻（θ_{JA}）取决于热过孔的设计。如果没有热过孔和散热焊盘，θ_{JA}大约为60°C/W（包括局部PCB温升）。

表3-2： 电气规范

除非另有说明，否则V_{DD} = 3V至3.6V，T_A = 0°C至85°C，所有典型值均在T_A = 27°C时测得。						
特性	**符号**	**最小值**	**典型值**	**最大值**	**单位**	**条件**
直流电源						
电源电压	V_{DD}	3.0	3.3	3.6	V	
电源电流	I_{STBY}		120	170	µA	待机状态有效 监视1个传感器输入 没有LED处于工作状态 默认条件（8次平均值计算， 70 ms周期时间）
	I_{STBY}		50		µA	待机状态有效 监视1个传感器输入 没有LED处于工作状态 1次平均值计算， 140 ms周期时间，
	I_{DSLEEP}		5	15	µA	深度休眠状态有效 LED占空比为100%或0% 无通信 T_A < 40°C 3.135 < V_{DD} < 3.465V
	I_{DD}		500	600	µA	电容传感有效 没有LED处于工作状态
电容式触摸传感器输入						
最大基础电容	C_{BASE}		50		pF	未触摸焊盘
最小可检测电容偏移	ΔC_{TOUCH}	20			fF	已触摸焊盘——默认条件 （1次平均值计算，35 ms周期 时间，1x灵敏度）
推荐的电容偏移	ΔC_{TOUCH}	0.1		2	pF	已触摸焊盘——未测试
电源抑制	PSR		±3	±10	次数/V	当前未触摸次数 基础电容5 pF - 50 pF 最大灵敏度 禁止负增量计数 所有其他参数为默认值
时序						
RESET引脚延时	t_{RST_DLY}	10			ms	
通信就绪所需时间	t_{COMM_DLY}			15	ms	
首次转换就绪 所需时间	t_{CONV_DLY}		170	200	ms	
LED驱动器						
占空比	$DUTY_{LED}$	0		100	%	可编程
驱动频率	f_{LED}		2		kHz	
灌电流	I_{SINK}			24	mA	V_{OL} = 0.4
拉电流	I_{SOURCE}			24	mA	V_{OH} = V_{DD} - 0.4
泄漏电流	I_{LEAK}			±5	µA	上电或未上电 TA < 85°C 未上电时，上拉电压 ≤ 3.6V
I/O引脚						
输出低电压	V_{OL}			0.4	V	I_{SINK_IO} = 8 mA
输出高电压	V_{OH}	V_{DD} - 0.4			V	I_{SOURCE_IO} = 8 mA

© 2014 Microchip Technology Inc.

表3-2： 电气规范（续）

除非另有说明，否则V_{DD} = 3V至3.6V，T_A = 0°C至85°C，所有典型值均在T_A = 27°C时测得。						
特性	**符号**	**最小值**	**典型值**	**最大值**	**单位**	**条件**
输入高电压	V_{IH}	2.0			V	
输入低电压	V_{IL}			0.8	V	
泄漏电流	I_{LEAK}			±5	µA	上电或未上电 T_A < 85°C 未上电时，上拉电压 ≤ 3.6V
RESET引脚释放到转换就绪的时间	t_{RESET}		170	200	ms	
SMBus时序						
输入电容	C_{IN}		5		pF	
时钟频率	f_{SMB}	10		400	kHz	
尖峰抑制	t_{SP}			50	ns	
从停止到启动的总线空闲时间	t_{BUF}	1.3			µs	
启动建立时间	$t_{SU:STA}$	0.6			µs	
启动保持时间	$t_{HD:STA}$	0.6			µs	
停止建立时间	$t_{SU:STO}$	0.6			µs	
数据保持时间	$t_{HD:DAT}$	0			µs	发送到主器件时
数据保持时间	$t_{HD:DAT}$	0.3			µs	从主器件接收时
数据建立时间	$t_{SU:DAT}$	0.6			µs	
时钟低电平时间	t_{LOW}	1.3			µs	
时钟高电平时间	t_{HIGH}	0.6			µs	
时钟/数据下降时间	t_{FALL}			300	ns	最小值 = 20 + 0.1C_{LOAD} ns
时钟/数据上升时间	t_{RISE}			300	ns	最小值 = 20 + 0.1C_{LOAD} ns
容性负载	C_{LOAD}			400	pF	每条总线
BC-Link时序						
时钟周期	t_{CLK}	250			ns	
数据保持时间	$t_{HD:DAT}$	0			ns	
数据建立时间	$t_{SU:DAT}$	30			ns	数据必须有效才能计时
时钟占空比	Duty	40	50	60	%	
SPI时序						
时钟周期	t_P	250			ns	
时钟低电平时间	t_{LOW}	0.4 x t_P		0.6 x t_P	ns	
时钟高电平时间	t_{HIGH}	0.4 x t_P		0.6 x t_P	ns	
时钟上升/下降时间	t_{RISE}/t_{FALL}			0.1 x t_P	ns	
数据输出延时	$t_{D:CLK}$			10	ns	
数据建立时间	$t_{SU:DAT}$	20			ns	
数据保持时间	$t_{HD:DAT}$	20			ns	
SPI_CS#至SPI_CLK建立时间	$t_{SU:CS}$	0			ns	
唤醒时间	t_{WAKE}	10		20	µs	使能SPI_CS#使CLK有效

注3-5 如果ALERT引脚连接到VDD或其他电压，则上电时不会产生高电平或低电平毛刺。

注3-6 如果SMCLK和SMDATA引脚连接到VDD或其他电压，则上电时不会产生低电平毛刺。

4.0 通信

4.1 通信

CAP1188使用2线SMBus或I²C总线、2线专有BC-Link或者SPI总线进行通信。无论通信机制如何，器件功能都保持不变。通信机制以及SMBus（或I²C）从器件地址取决于ADDR_COMM引脚和地之间连接的电阻，如表4-1所示。

表4-1： ADDR_COMM引脚解码

下拉电阻（+/- 5%）	所用协议	SMBus地址
GND	SPI通信（使用常规4线协议）	n/a
56k	SPI通信（使用双向3线协议）	n/a
68k	BC-Link通信	n/a
82k	SMBus/I²C™	0101_100（r/w）
100k	SMBus/I²C	0101_011（r/w）
120k	SMBus/I²C	0101_010（r/w）
150k	SMBus/I²C	0101_001（r/w）
VDD	SMBus/I²C	0101_000（r/w）

4.1.1 SMBus（I²C™）通信

配置为通过SMBus进行通信时，CAP1188支持以下协议：发送字节、接收字节、读字节、写字节、读块和写块。此外，器件支持块读取和块写入协议的I²C格式。

应用注释： 对于SMBus/I²C通信，不使用SPI_CS#引脚并应将其接地；提交到该引脚的任何数据都将被忽略。

有关SMBus总线和协议的更多信息，请分别参见第4.2节和第4.3节。

4.1.2 SPI通信

配置为通过SPI总线进行通信时，CAP1188支持双向3线协议和常规4线协议，并使用SPI_CS#引脚使能通信。

有关SPI总线和协议的更多信息，请分别参见第4.5节和第4.6节。

4.1.3 BC-LINK通信

使用BC-Link通信时，CAP1188支持读字节协议和写字节协议。

应用注释： 对于BC-Link通信，不使用SPI_CS#引脚并应将其接地；提交到该引脚的任何数据都将被忽略。

有关BC-Link总线和协议的更多信息，请参见第4.8节。

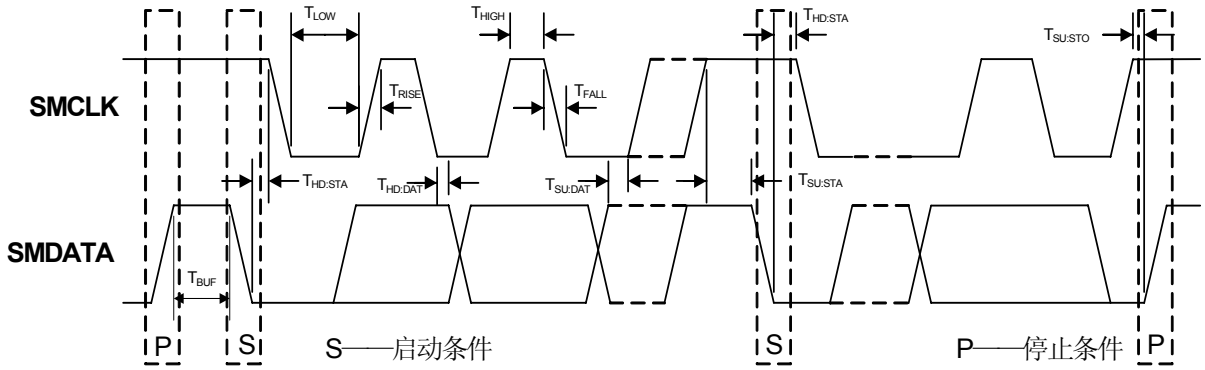
应用注释： 上电后一段时间内（最多15 ms），CAP1188将不会响应任何通信。此段时间过后，全部功能均可用。

4.2 系统管理总线

CAP1188通过SMBus与主机控制器（如SIO）通信。SMBus是计算机主机与其外设之间的双线串行通信协议。图4-1中显示了详细的时序图。支持SMCLK信号延长；但是，CAP1188不会延长时钟信号。

© 2014 Microchip Technology Inc.

图4-1： *SMBus时序图*



4.2.1 SMBus起始位

SMBus起始位定义为：当SMBus时钟线处于逻辑“1”状态时，SMBus数据线从逻辑“1”状态到逻辑“0”状态的转换。

4.2.2 SMBus地址和RD/$\overline{WR}$位

SMBus地址字节包含7位客户端地址，然后是RD/$\overline{WR}$指示位。如果此RD/$\overline{WR}$位为逻辑“0”，则SMBus主机正在向客户端设备写入数据。如果此RD/$\overline{WR}$位为逻辑“1”，则SMBus主机正在从客户端设备读取数据。

有关可用SMBus地址的信息，请参见表4-1。

4.2.3 SMBus数据字节

所有SMBus数据字节均先发送最高有效位，并由8位信息组成。

4.2.4 SMBus ACK和NACK位

SMBus客户端将应答其接收的所有数据字节。这通过客户端设备在发送每个字节的第8位后将SMBus数据线拉为低电平来完成。这适用于写字节和块写协议。

主机在第8个数据位发送后将SMBus数据线保持在高电平，因此将NACK（不应答）最后一个数据字节。对于块读取协议，主机将ACK（应答）其接收的每个字节（最后一个数据字节除外）。

4.2.5 SMBus停止位

SMBus停止位定义为：当SMBus时钟线处于逻辑“1”状态时，SMBus数据线从逻辑“0”状态到逻辑“1”状态的转换。当CAP1188检测到SMBus停止位并且已通过SMBus协议进行通信时，它将复位其客户端接口并准备接收更多通信。

4.2.6 SMBus超时

CAP1188包含SMBus超时功能。当SMBus上的不活动时间（期间SMCLK引脚保持低电平）达30 ms后，器件将超时并复位SMBus接口。

超时功能默认为禁止状态。可通过将配置寄存器中的TIMEOUT位置1来使能此功能（见第6.6节“配置寄存器”）。

4.2.7 SMBus和I²C™兼容性

这里重点介绍SMBus与I²C器件间的主要差异。更多信息，请参见SMBus 2.0规范和I²C规范。有关在I²C系统中使用CAP1188的信息，请参见Microchip AN14.0“I²C系统中的SMSC专用从器件”。

1. CAP1188支持频率为400 kHz的I²C快速模式。这覆盖了100 kHz的SMBus最大频率。
2. SMBus通信的最小频率为10 kHz。
3. 如果时钟保持逻辑“0”的时间超过30 ms，SMBus客户端协议将复位。CAP1188中默认禁止此超时功能，可通过写入TIMEOUT位来使能该功能。没有针对I²C的超时功能。
4. 如果时钟线和数据线保持逻辑“1”的时间超过200 µs（空闲条件），SMBus客户端协议将复位。CAP1188中默认禁止此功能，可通过写入TIMEOUT位来使能该功能。没有针对I²C的空闲条件。
5. I²C器件不支持报警响应地址功能（对于SMBus为可选）。
6. I²C 器件支持块读取和块写入的方式不同。I²C 协议允许在任一方向上发送无数量限制的字节。SMBus 协议要求发送一个附加的数据字节以指示要读取/写入的字节数。CAP1188仅支持I²C格式。

4.3 SMBus协议

CAP1188符合SMBus 2.0规范，支持“写字节”、“读字节”、“发送字节”和“接收字节”作为有效协议，如下所示。以下所有协议均使用表4-2中的约定。

表4-2： 协议格式

发送到器件的数据	发送到主机的数据
发送的数据	发送的数据

4.3.1 SMBus写字节

“写字节”用于向特定寄存器写入一个数据字节，如表4-3所示。

表4-3： 写字节协议

起始	从器件地址	WR	ACK	寄存器地址	ACK	寄存器数据	ACK	停止
1 -> 0	YYYY_YYY	0	0	XXh	0	XXh	0	0 -> 1

4.3.2 SMBus读字节

“读字节”协议用于从寄存器中读取一个数据字节，如表4-4所示。

表4-4： 读字节协议

起始	从器件地址	WR	ACK	寄存器地址	ACK	起始	客户端地址	RD	ACK	寄存器数据	NACK	停止
1-> 0	YYYY_YYY	0	0	XXh	0	1 -> 0	YYYY_YYY	1	0	XXh	1	0 -> 1

4.3.3 SMBus发送字节

“发送字节”协议用于设置指向正确地址单元的内部地址寄存器指针。使用“发送字节”协议期间不传送数据，如表4-5所示。

应用注释： “发送字节”协议在深度休眠状态（即，DSLEEP位置1）下不起作用。

表4-5： 发送字节协议

起始	从器件地址	WR	ACK	寄存器地址	ACK	停止
1 -> 0	YYYY_YYY	0	0	XXh	0	0 -> 1

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.3.4 SMBus接收字节

“接收字节”协议用于在已知内部寄存器地址指针位于正确地址单元时（例如，通过“发送字节”设置）从寄存器读取数据。此协议用于连续读取同一寄存器，如表4-6所示。

应用注释： “接收字节”协议在深度休眠状态（即，DSLEEP位置1）下不起作用。

表4-6： 接收字节协议

起始	从器件地址	RD	ACK	寄存器数据	NACK	停止
1 -> 0	YYYY_YYY	1	0	XXh	1	0 -> 1

4.4 I²C™协议

CAP1188支持I²C块写入和块读取。

下面列出的协议均使用表4-2中的约定。

4.4.1 块写入

“块写入”用于向一组连续寄存器写入多个数据字节，如表4-7所示。

应用注释： 使用“块写入”协议时，每接收到一个数据字节后都将自动递增内部地址指针。计满时，内部地址指针将从FFh返回至00h。

表4-7： 块写入协议

起始	从器件地址	WR	ACK	寄存器地址	ACK	寄存器数据	ACK
1 -> 0	YYYY_YYY	0	0	XXh	0	XXh	0
寄存器数据	ACK	寄存器数据	ACK	. . .	寄存器数据	ACK	停止
XXh	0	XXh	0	. . .	XXh	0	0 -> 1

4.4.2 块读取

“块读取”用于从一组连续寄存器中读取多个数据字节，如表4-8所示。

应用注释： 使用“块读取”协议时，每接收到一个数据字节后都将自动递增内部地址指针。计满时，内部地址指针将从FFh返回至00h。

表4-8： 块读取协议

起始	从器件地址	WR	ACK	寄存器地址	ACK	起始	从器件地址	RD	ACK	寄存器数据
1-> 0	YYYY_YYY	0	0	XXh	0	1 -> 0	YYYY_YYY	1	0	XXh
ACK	寄存器数据	ACK	寄存器数据	ACK	寄存器数据	ACK	. . .	寄存器数据	NACK	停止
0	XXh	0	XXh	0	XXh	0	. . .	XXh	1	0 -> 1

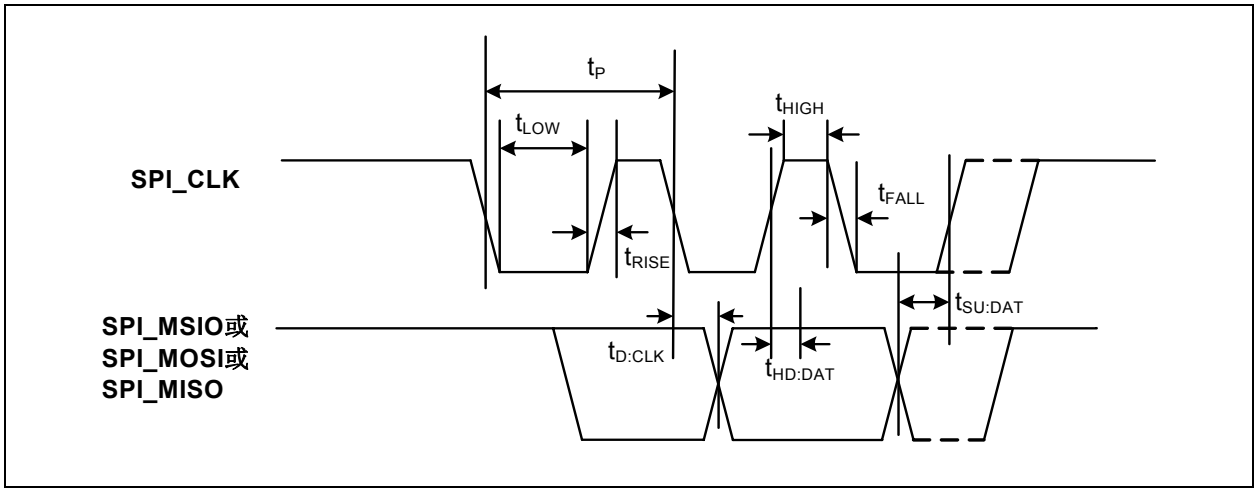
4.5 SPI接口

SMBus具有预定义数据包结构，SPI没有。SPI总线可在常规4线模式和双向3线模式这两种工作模式下工作。所有SPI命令均包含发送到特定从器件（通过CS引脚标识）的8位数据包。

SPI总线将在时钟的上升沿并且时钟和数据均处于高电平空闲状态时锁存数据。

所有命令均通过两种工作模式支持。支持的命令有：复位串行接口、设置地址指针、写命令和读命令。请注意，在命令阶段接收的所有其他代码都将被忽略，并且对器件的工作没有影响。

图4-2： *SPI时序*



4.5.1 SPI常规模式

SPI总线可在常规模式和双向模式这两种工作模式下工作。在常规工作模式下，有专用的输入和输出数据线。主机通过在CAP1188 SPI_MOSI数据线上发送命令并在SPI_MISO数据线上读取命令来进行通信。两种通信同时进行，从而实现更大的数据吞吐量。

所有基本传输均由以下条件构成：主器件发送两个8位数据，同时从器件发送当前地址指针指向单元中的数据。

数据写入包含两个或更多 8 位数据传输。主机发送一个特定写命令，后接要写入地址指针的数据。数据读取包含一个或多个8位数据传输。主机发送特定的读数据命令并继续对希望接收的数据字节数进行计时。

4.5.2 SPI双向模式

在双向工作模式下，SPI 数据信号将合并到 SPI_MSIO 线中，器件接收数据和发送数据时共用该线。协议根据每个阶段发送的时钟数对数据通信使用简单握手和换向序列。

所有基本传输均包含两个 8 位数据传输。第一次传输是由主器件驱动的 8 位命令阶段。第二次传输是由主器件针对写操作以及CAP1188针对读操作驱动的8位数据阶段。

地址指针的自动递增功能可实现连续读取或写入。地址指针在达到FFh后将返回00h。

4.5.3 SPI_CS#引脚

SPI总线为单主器件、多从器件串行总线。每个从器件都具有一个专用CS引脚（片选），主器件通过将该引脚置为低电平来标识从器件正在被寻址。没有专门的寻址选项。

4.5.4 地址指针

所有数据写入和读取操作均从当前地址指针进行。在双向模式和全双工模式下，每执行一条读命令或写命令后均将自动递增地址指针。

地址指针在达到FFh后将返回00h。

4.5.5 SPI超时

CAP1188不检测SPI总线上的任何超时条件。

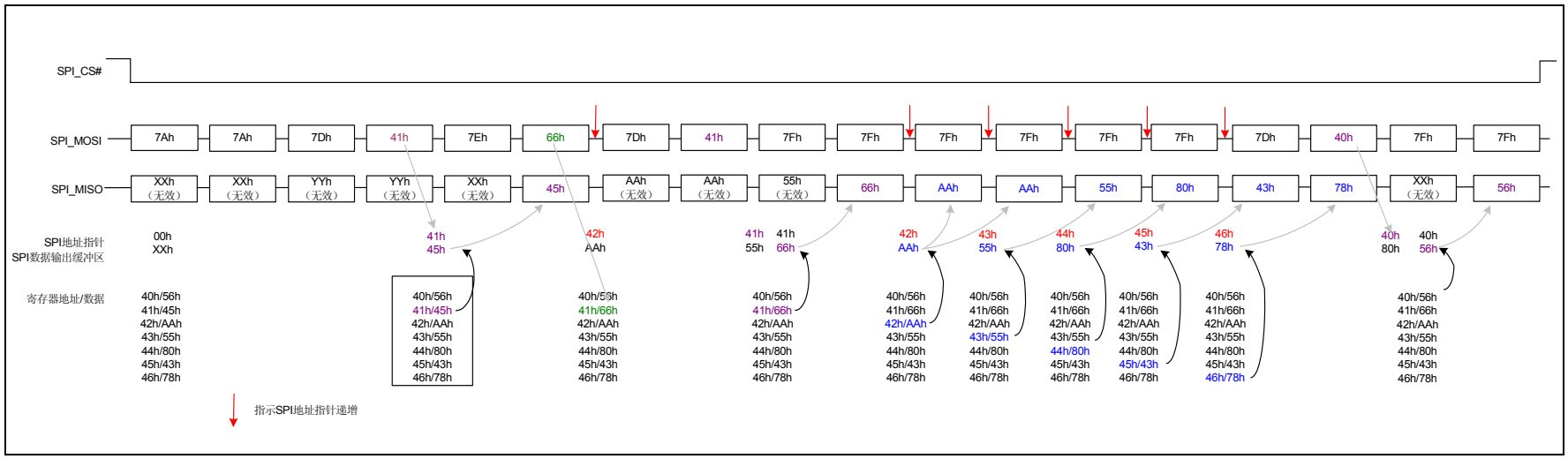
© 2014 Microchip Technology Inc.

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.6 常规SPI协议

在常规模式下工作时，根据已发送的命令来递增SPI总线内部地址指针。只要SPI_CS#引脚置为低电平，就可以连续发送多条命令。图4-3显示了此操作的示例。

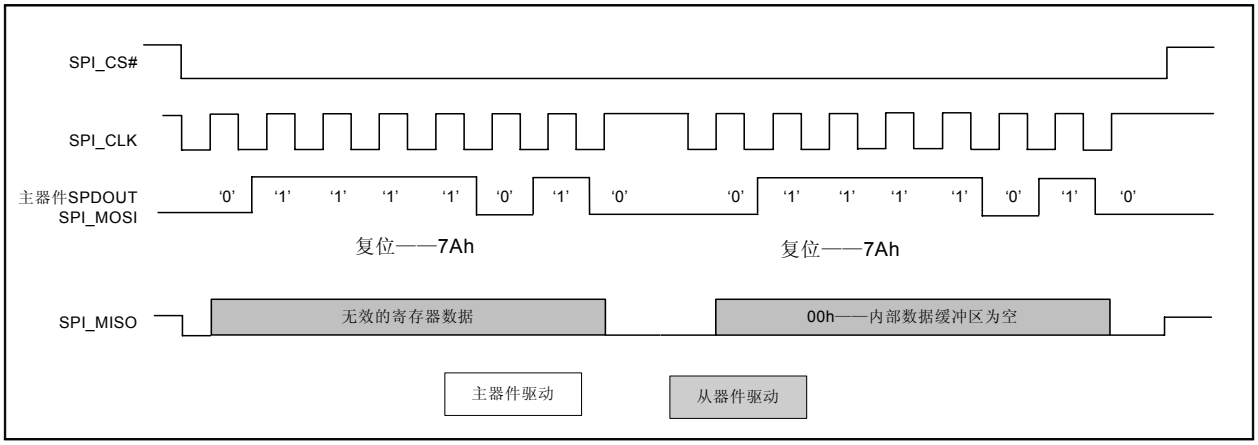
图4-3： *SPI总线通信示例——常规模式*



4.6.1 复位接口

只要接收到两个连续的7Ah代码，就会复位串行接口。无论传输的当前阶段如何（命令还是数据），连续接收到复位命令后，仅复位串行通信接口。所有其他功能均不受复位操作影响。

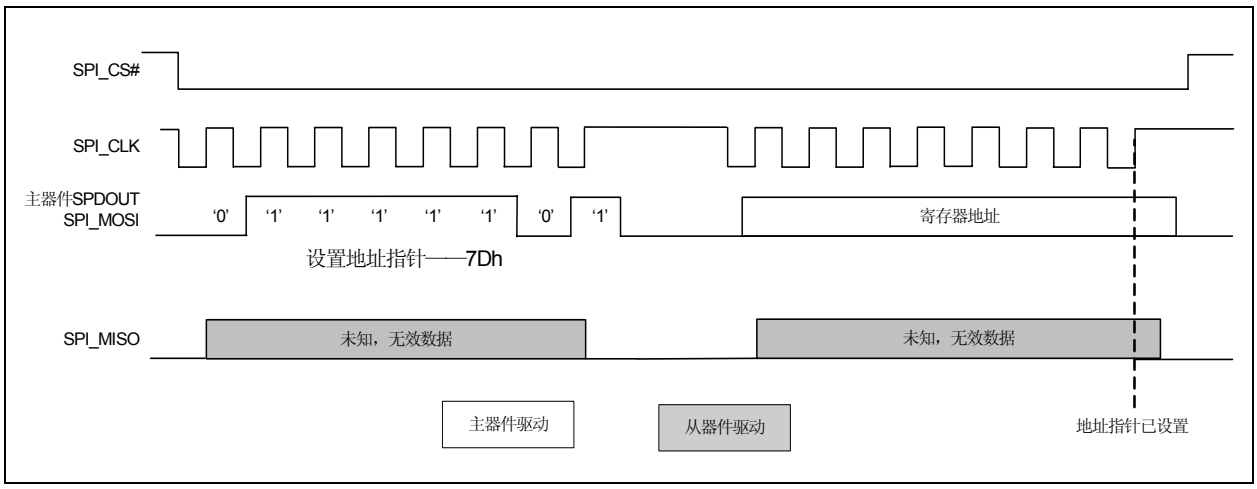
图4-4： *SPI 复位接口命令——常规模式*



4.6.2 设置地址指针

“设置地址指针”命令用于设置后续读写数据所需的地址指针。该指针在最后一个数据位的上升沿进行设置。同时，将获取待读取的数据并将其加载到内部输出缓冲区，但不发送。

图4-5： *SPI 设置地址指针命令——常规模式*

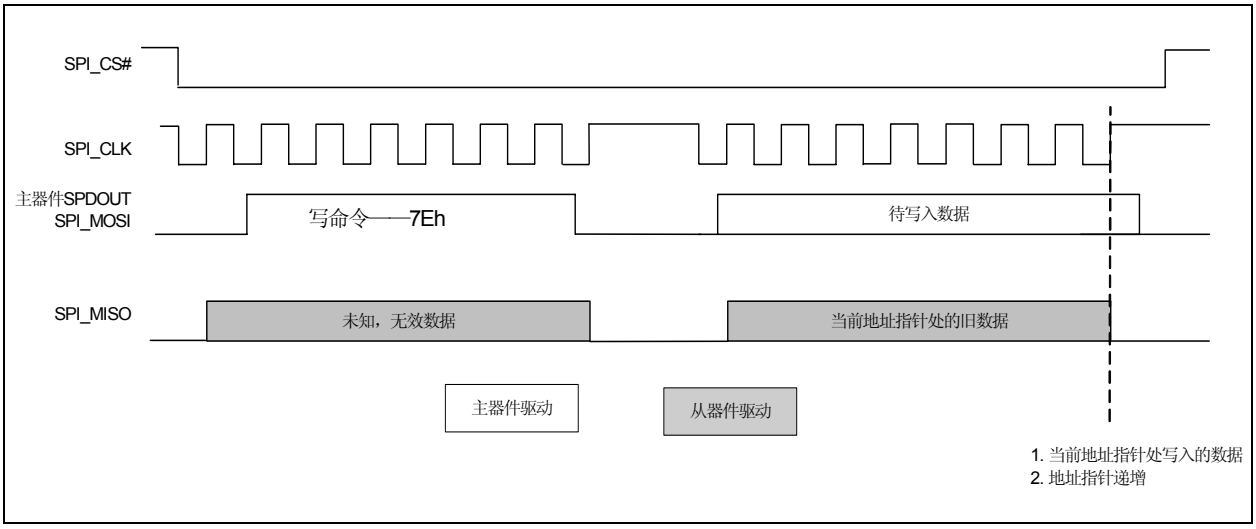


4.6.3 写数据

写数据协议用于更新地址指针引用的寄存器内容。处理该命令后，将获取待读取的数据并将其加载到内部输出缓冲区，但不发送。然后，寄存器使用待写入的数据进行更新。最后，地址指针递增。

© 2014 Microchip Technology Inc.

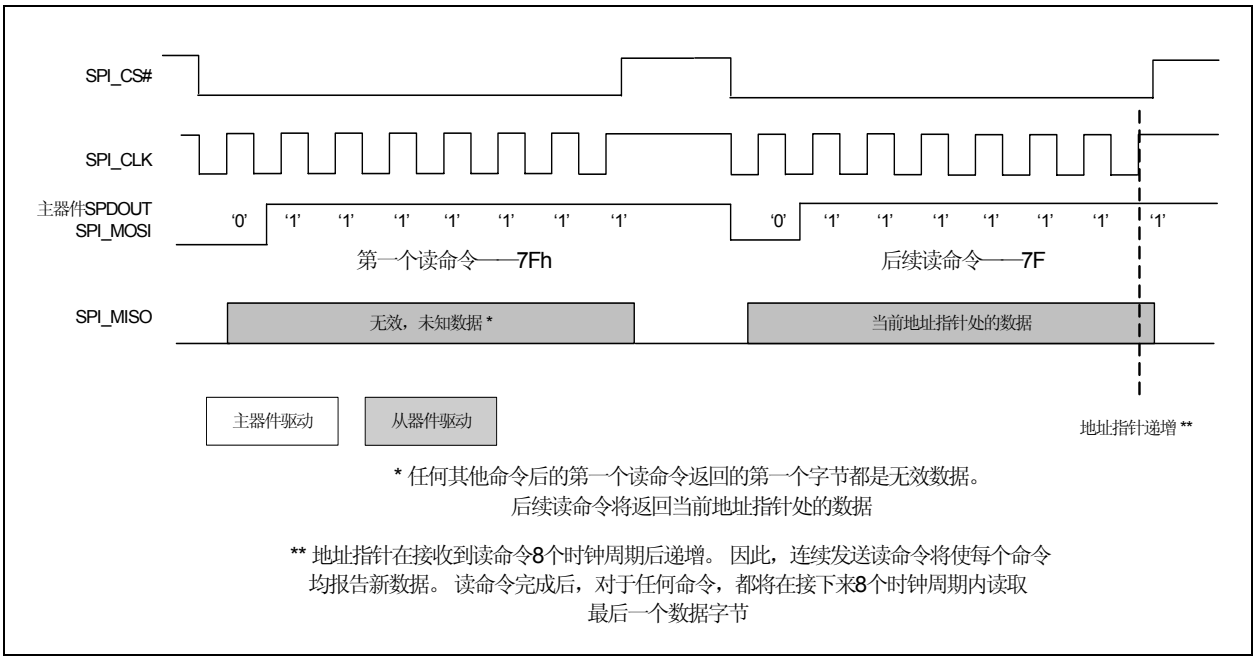
图4-6： *SPI 写命令——常规模式*



4.6.4 读数据

读数据协议用于从器件中读取数据。在正常工作模式下，当器件接收数据时，CAP1188 会同时将数据发送到主机。对于“设置地址”命令和“写数据”命令，此数据可能无效，建议使用“读数据”命令。

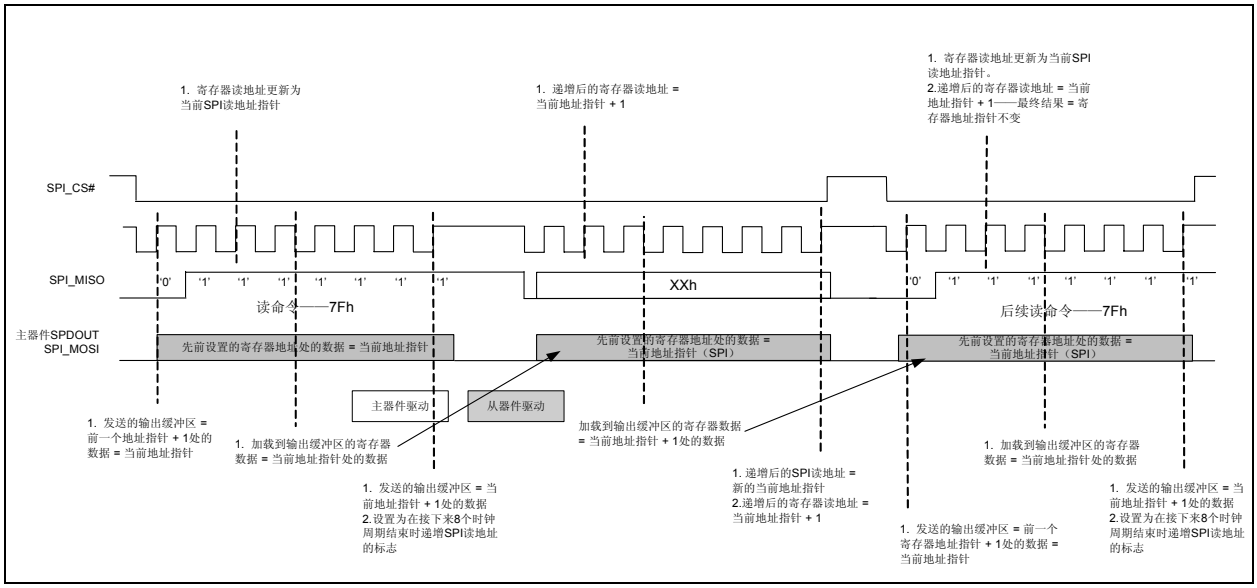
图4-7： *SPI 读命令——常规模式*



* 任何其他命令后的第一个读命令返回的第一个字节都是无效数据。
后续读命令将返回当前地址指针处的数据

** 地址指针在接收到读命令8个时钟周期后递增。 因此，连续发送读命令将使每个命令均报告新数据。 读命令完成后，对于任何命令，都将在接下来8个时钟周期内读取最后一个数据字节

图4-8：　SPI 读命令——常规模式——完全

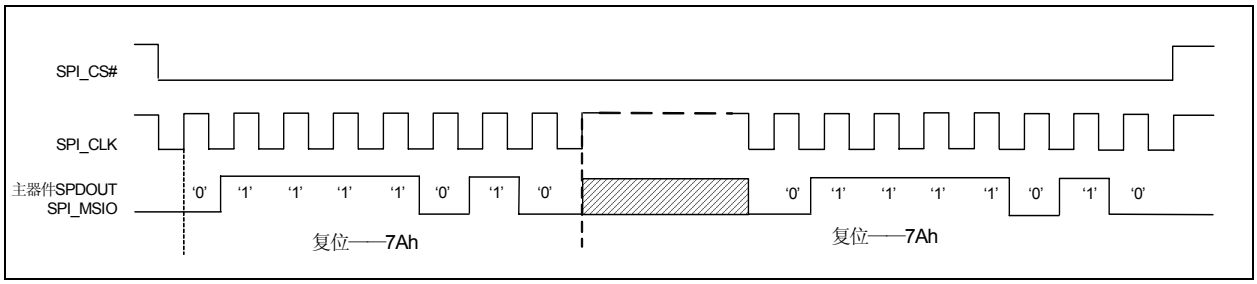


4.7　双向SPI协议

4.7.1　复位接口

只要接收到两个连续的7Ah代码，就会复位串行接口。无论传输的当前阶段如何（命令还是数据），连续接收到复位命令后，仅复位串行通信接口。所有其他功能均不受复位操作影响。

图4-9：　SPI 复位接口命令——双向模式

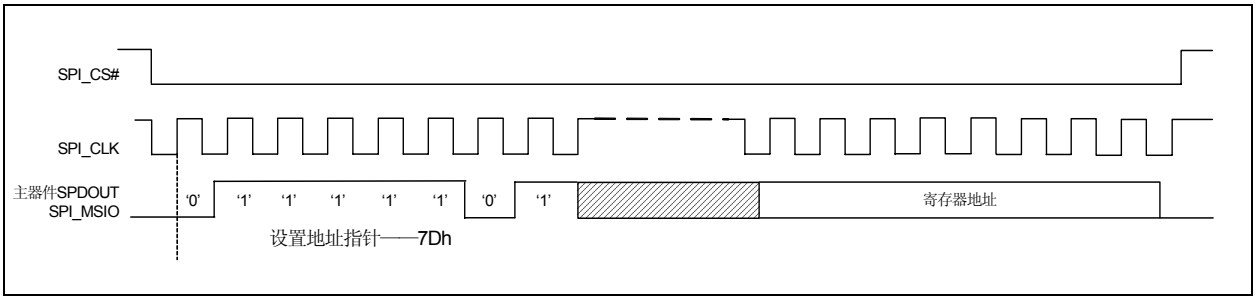


4.7.2　设置地址指针

将地址指针设置为指向读写命令将访问的寄存器。此命令将改写地址指针的自动递增。

© 2014 Microchip Technology Inc.

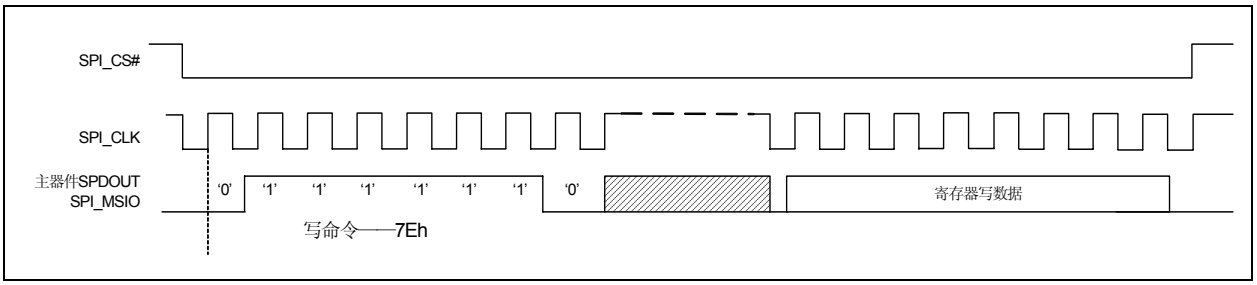
图4-10： SPI 设置地址指针命令——双向模式



4.7.3 写数据

向地址指针中存储的寄存器地址写入数据值。将数据加载到寄存器后，执行地址指针的自动递增。

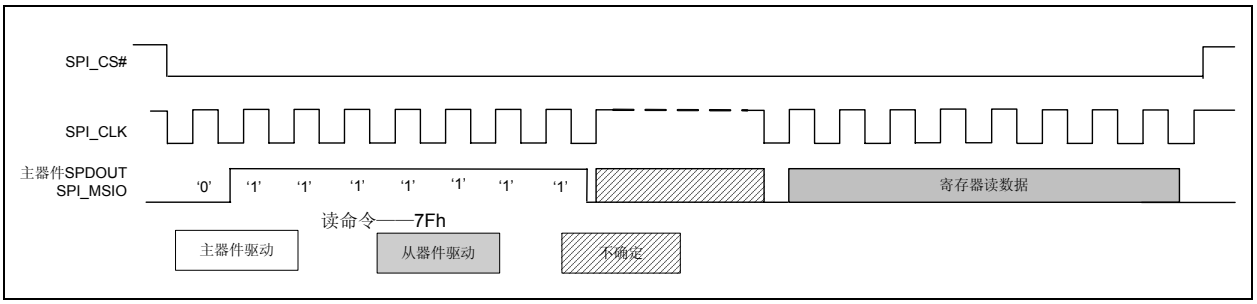
图4-11： SPI 写数据命令——双向模式



4.7.4 读数据

读取地址指针引用的数据。将数据传送到主器件后，执行地址指针的自动递增。

图4-12： SPI 读数据命令——双向模式



4.8 BC-Link接口

BC-Link 是一种专有总线，旨在实现主机控制器与配套设备之间的通信。器件使用此串行总线对寄存器进行读写操作并进行中断处理。接口采用数据端口概念，其中基本接口具有地址寄存器、数据寄存器和控制寄存器（在8051的SFR空间中定义）。

有关如何通过BC-Link接口访问CAP1188的详细信息，请参见BC-Link兼容主机控制器的文档。

© 2014 Microchip Technology Inc.

5.0 概述

CAP1188是带有多个功率型LED驱动器的多通道电容式触摸传感器。它包含8个独立的灵敏度可编程的电容式触摸传感器输入，适用于各种触摸传感器应用。每个传感器输入均可自动重新校准以补偿微小的环境变化。

CAP1188还包括8个下桥臂（或推挽式）LED驱动器，提供完全点亮/熄灭、变速闪烁、调光控制和呼吸功能。每个LED驱动器都可链接到一个在检测到触摸时执行的传感器输入。也可以通过主机控制器单独控制每个LED驱动器。

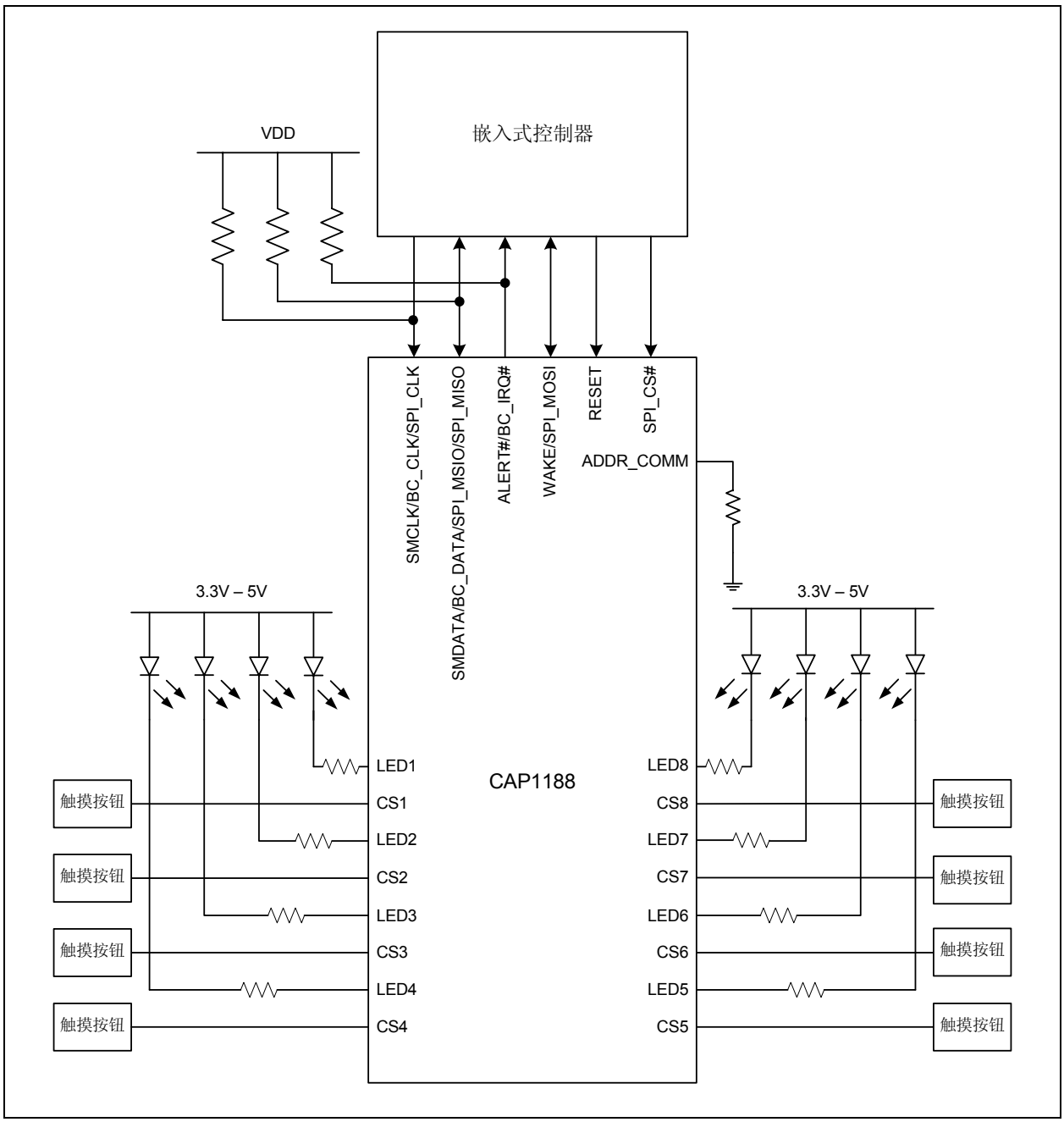
该器件还包含一个专用RESET引脚供系统用作软复位。

CAP1188具有多种功耗状态。它在深度休眠状态下工作在最低静态电流。在低功耗待机状态下，它可监视一个或多个通道并正常响应通信。该器件包含一个唤醒引脚（WAKE/SPI_MOSI）输出，用于在待机状态下检测到触摸时唤醒系统以及从深度休眠状态中唤醒器件。

该器件通过SPI总线、BC-Link总线或SMBus/I^2C与主机控制器通信。主机控制器可随时轮询器件以获取更新信息，也可将器件配置为只要在任意传感器焊盘上检测到触摸就标记中断。

图5-1显示了典型的系统框图。

图5-1： *CAP1188 系统框图*



5.1 功耗状态

CAP1188有三种工作状态，具体取决于STBY和DSLEEP位的状态。当器件在不同的功耗状态间转换时，之前检测到的触摸（来自于未处于工作状态的通道）将被清除，并且状态位将复位。

1. 完全工作——器件处于完全工作状态。器件监视所有处于工作状态的电容式传感器输入并根据设置驱动所有LED通道。
2. 待机——器件处于低功耗状态。器件将使用待机配置控制来测量可编程通道数（见第6.20节至第6.22节）。仍将根据处于工作状态的通道产生中断。器件仍将正常响应通信，并且可通过清零STBY位恢复到完全工作状态。

© 2014 Microchip Technology Inc.

3. 深度休眠——器件处于最低功耗状态。器件不会监视任何电容式传感器输入，也不会驱动任何LED。所有LED均会驱动为已编程的非执行状态，并且任何 PWM 操作都不会执行。处于深度休眠状态时，器件可被以该器件为目标的SMBus或SPI通信唤醒。这不会使DSLEEP位清零，因此当所有通信停止后，器件将返回深度休眠状态。

如果器件不是通过4线SPI总线进行通信，则在此工作状态下，当WAKE/SPI_MOSI引脚由外部源驱动为高电平时，器件将清零DSLEEP位并恢复到完全工作状态。

应用注释： 在深度休眠状态下，LED输出将是高电平或低电平，不能以最小或最大占空比对其进行PWM操作。

应用注释： 如果CAP1188配置为通过BC-Link协议进行通信，则器件不支持深度休眠。

5.2 RESET引脚

RESET 引脚是高电平有效复位引脚，由外部源驱动。当其置为高电平时，所有内部模块均将保持复位状态（包括所用通信协议）。不会对任何电容式触摸传感器输入进行采样，也不会驱动LED。所有配置设置都将复位为默认状态，并且所有读数都将清零。

器件将保持深度休眠状态，该状态只能通过将RESET引脚驱动为低电平来清除。这将使RESET状态位设置为逻辑“1”并产生中断。

5.3 WAKE/SPI_MOSI引脚操作

WAKE/SPI_MOSI 引脚为多功能引脚，其功能具体取决于器件工作方式。当器件配置为通过 4 线 SPI 总线进行通信时，此引脚为输入。

但是，当CAP1188处于待机状态且未使用4线SPI协议进行通信时，WAKE引脚为高电平有效输出。在这种情况下，当其中一个采样的传感器输入中检测到触摸时，器件将使能WAKE/SPI_MOSI引脚。该引脚将保持有效状态，直至INT位清零为止，之后该引脚将处于无效状态。

当CAP1188处于深度休眠状态且未通过4线SPI协议进行通信时，WAKE/SPI_MOSI引脚将作为输入由器件监视。如果WAKE/SPI_MOSI引脚由外部源驱动为高电平，CAP1188将清零DSLEEP位，使器件恢复到完全工作状态。

当器件处于深度休眠状态时，此引脚为高阻态输入，必须有接地的下拉电阻才能正常工作。

5.4 LED驱动器

CAP1188 包括 8 个 LED 驱动器。每个 LED 驱动器都可以链接到相应的电容式触摸传感器输入，也可由主机控制。每个 LED 驱动器都可配置为在以下模式之一下以推挽或漏极开路驱动的方式工作。

1. 直接——LED配置为在相应输入激励开启或关闭时点亮或熄灭（或是反过来）。可对LED亮度进行编程，范围从完全熄灭到最大亮度（默认）。此外，LED还包含用于单独配置斜坡开启、斜坡关闭和关断延时的控制功能。
2. 脉冲1——LED配置为以可编程速率和最小/最大亮度发出可编程次数的“脉冲”（开-关-开转换）。检测到按压或释放时可执行此行为。
3. 脉冲2——LED配置为执行时发出“脉冲”，然后在传感器焊盘释放时以可编程速率和最小/最大亮度发出可编程次数的“脉冲”。
4. 呼吸——LED配置为以可编程速率和最小/最大亮度不断进行开-关-开转换（即“呼吸”）。

当LED未链接到传感器且由主机控制时，可以选择在已启动的LED行为完成后使能ALERT#引脚。

5.4.1 将LED链接到电容式触摸传感器输入

所有LED均可链接到相应的电容式触摸传感器输入，以便当传感器输入检测到触摸时，相应的LED以某种编程的响应方式执行操作。

5.5 电容式触摸传感

CAP1188包含8个独立的电容式触摸传感器输入。每个传感器输入均有一个动态范围，用于检测由触摸引起的电容变化。此外，每个传感器输入均可配置为自动例行重新校准。

5.5.1 传感周期

每个电容式触摸传感器输入均具有要在传感周期中激活和包含的控制功能。器件处于工作状态时，将自动发起一个传感周期，并在每次结束时重复此周期。此周期将轮询每个处于工作状态的传感器输入（从CS1到CS8）。轮询各个电容式触摸传感器输入时，其测量值将与基准“未触摸”测量值进行比较。如果测量值增量足够大，则认为检测到触摸并产生中断。

传感周期时间可编程（见第6.10节“平均值计算和采样配置寄存器”）。

5.5.2 重新校准传感器输入

有多个选项可用于重新校准电容式触摸传感器输入。重新校准可重新设置基准计数寄存器（第6.24节“传感器输入基准计数寄存器”），该寄存器包含用于触摸检测比较的“未触摸”值。

应用注释： 器件从待机状态转换时，将重新校准所有已禁止的传感器输入。同样，器件从深度休眠状态唤醒时，也将重新校准所有传感器输入。

5.5.2.1 手动重新校准

校准激活寄存器（第6.11节“校准激活寄存器”）可对所选传感器输入进行强制重新校准。某个位置1时，将重新校准相应的电容式触摸传感器输入（模拟和数字均如此）。当重新校准程序完成后，该位会自动清零。

注：	执行此重新校准程序期间，传感器输入检测不到持续时间不超过 200 ms 的按压，并且传感器基准计数寄存器值将无效。此外，相应传感器焊盘上的任何按压操作都将使重新校准失效。

5.5.2.2 自动重新校准

每个传感器输入都以可编程速率定期进行重新校准（见第6.17节“重新校准配置寄存器”）。默认情况下，重新校准程序会存储64个最近的测量值的平均值，并定期更新电容式触摸传感器输入的基准“未触摸”设置。

注：	仅当增量计数低于有效的传感器输入阈值时，自动重新校准才会生效。检测到触摸时将禁止该功能。

5.5.2.3 负增量计数重新校准

器件可能损失触摸灵敏度。这可能是噪声环境、触摸期间意外重新校准或其他环境变化的结果。出现这种情况时，基准未触摸传感器输入可能会生成负增量计数值。在出现指定数量的连续负增量读数后，可将NEG_DELTA_CNT位（见第6.17节“重新校准配置寄存器”）置1来强制重新校准。

注：	在此重新校准期间，器件不会响应触摸。

© 2014 Microchip Technology Inc.

5.5.2.4 延时的重新校准

当有物体置于按钮上时，可能会发生“按钮卡住”的情况，这会导致长时间检测到触摸。通过将MAX_DUR_EN位（见第6.6节“配置寄存器”）置1，可以在按钮触摸保持时间超过MAX_DUR位（见第6.8节“传感器输入配置寄存器”）中指定的持续时间时强制重新校准。

注：	仅当增量计数高于有效的传感器输入阈值时，延时重新校准才会生效。如果使能，当传感器焊盘触摸保持时间超过MAX_DUR位设置时，将调用该功能。

5.5.3 接近检测

每个传感器输入都可以配置为检测由触摸接近引起的电容变化。此电路可检测到当物体接近、但物理上未接触到使能的传感器焊盘时所产生的电容变化。当选择某个传感器输入执行接近检测时，将以每采样周期1x到128x的速率对其进行采样。采样次数越大，接近检测的范围就越大，但代价是总采样时间延长。

5.5.4 多重触摸模式检测

多重触摸模式（multiple touch pattern，MTP）检测电路可用于检测合盖或其他相似事件。标记事件的依据可以是，同时超出MTP阈值或噪声标记状态寄存器位置1的传感器输入最少数量或者是特定传感器输入。还可以产生一个中断。在MTP事件期间，所有触摸均被阻止（见第6.15节“多重触摸模式配置寄存器”）。

5.5.5 低频噪声检测

每个传感器输入均有一个EMI噪声检测器，用于检测是否有能量足以损坏读数的低频噪声注入到输入中。如果出现这种情况，器件将拒绝损坏的采样，并将噪声状态寄存器中的相应位设置为逻辑“1”。

5.5.6 RF噪声检测

每个传感器输入均包含一个集成 RF 噪声检测器。此模块将检测 CS 引脚上注入的 RF 噪声。检测器阈值取决于噪声频率。如果在CS线上检测到RF噪声，则相应采样将被剔除，并且不会与阈值进行比较。

5.6 ALERT#引脚

ALERT#引脚为低电平有效（也可以配置为高电平有效）输出，当检测到中断事件时驱动该引脚。

只要产生中断，INT位（见第6.1节“主控制寄存器”）就会置1。当用户清零INT位时，ALERT#引脚清零。此外，当用户清零INT位时，状态位仅在未检测到任何触摸时才会清零。

5.6.1 传感器中断行为

传感器中断通过以下两种方式之一产生：

1. 检测到触摸时产生中断；检测到释放时可由用户选择是否产生中断（默认情况——见第6.6节）。请参见图5-3。
2. 如果使能重复速率，则只要保持触摸状态，就会根据编程的重复速率产生其他中断（见图5-2）。

当使能重复速率时，器件将使用一个名为MPRESS的附加控制来确定将触摸标记为简单“触摸”还是“按住”。MPRESS[3:0]位可设置最小按压定时器。触摸按钮时，定时器开始计时。如果在最小按压定时器计数结束前释放传感器焊盘，则标记为触摸，并在释放时产生一个中断。如果传感器输入检测到触摸时间长于此定时器值，则标记为“按住”事件。只要保持触摸状态，就会以编程的重复速率产生中断，并且在释放时也将产生中断（如果允许）。

应用注释： 图5-2和图5-3显示了可在释放传感器焊盘和ALERT#引脚低电平有效时产生中断的默认操作。

应用注释： 主机可能需要对器件轮询两次才能确定检测到释放。

图5-2： *传感器中断行为——已使能重复速率*

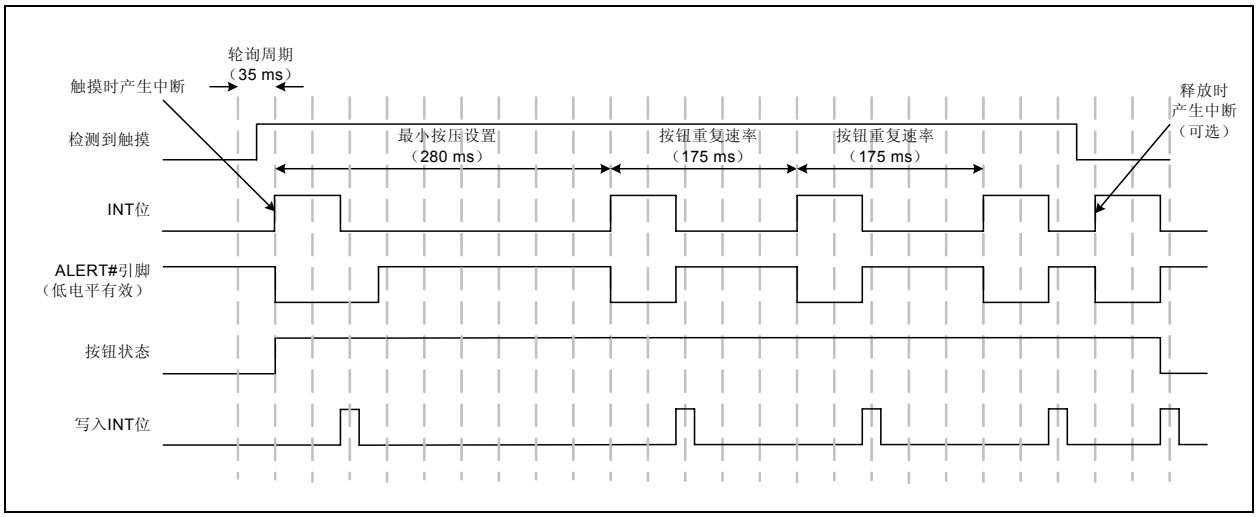
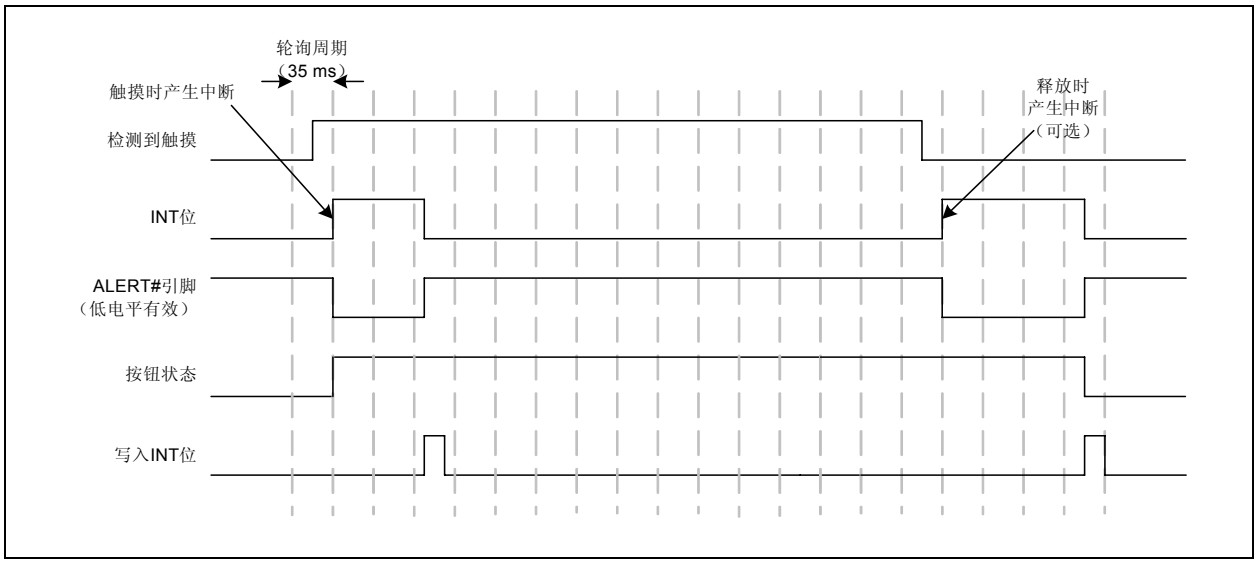


图5-3： *传感器中断行为——未使能重复速率*



© 2014 Microchip Technology Inc.

6.0 寄存器说明

表6-1所示的寄存器均可通过通信协议进行访问。“-”条目表示相应的位不使用并始终读为“0”。

表6-1： 寄存器集（按十六进制顺序）

寄存器地址	R/W	寄存器名称	功能	默认值	页码
00h	R/W	主控制	控制一般功率状态和功耗	00h	32
02h	R	一般状态	存储一般状态位	00h	33
03h	R	传感器输入状态	返回采样的电容式触摸传感器输入的状态	00h	33
04h	R	LED状态	存储LED的状态位	00h	33
0Ah	R	噪声标志状态	存储传感器输入的噪声标志	00h	34
10h	R	传感器输入1增量计数	存储CS1的增量计数	00h	35
11h	R	传感器输入2增量计数	存储CS2的增量计数	00h	35
12h	R	传感器输入3增量计数	存储CS3的增量计数	00h	35
13h	R	传感器输入4增量计数	存储CS4的增量计数	00h	35
14h	R	传感器输入5增量计数	存储CS5的增量计数	00h	35
15h	R	传感器输入6增量计数	存储CS6的增量计数	00h	35
16h	R	传感器输入7增量计数	存储CS7的增量计数	00h	35
17h	R	传感器输入8增量计数	存储CS8的增量计数	00h	35
1Fh	R/W	灵敏度控制	控制阈值和增量计数的灵敏度以及基准计数的数据换算	2Fh	35
20h	R/W	配置	控制通用功能	20h	37
21h	R/W	传感器输入使能	控制是否对电容式触摸传感器输入进行采样	FFh	38
22h	R/W	传感器输入配置	控制在满功耗状态下工作的传感器输入的最长持续时间和自动重复延时	A4h	39
23h	R/W	传感器输入配置2	控制所有传感器输入的MPRESS控制位	07h	40
24h	R/W	平均值计算和采样配置	控制平均值计算和采样窗口	39h	40
26h	R/W	校准激活	强制重新校准电容式触摸传感器输入	00h	42
27h	R/W	中断允许	允许与电容式触摸传感器输入相关的中断	FFh	42
28h	R/W	重复速率使能	使能所有传感器输入的重复速率	FFh	43
2Ah	R/W	多重触摸配置	确定可标记多重触摸条件的同时触摸数量	80h	43

表6-1： 寄存器集（按十六进制顺序）（续）

寄存器地址	R/W	寄存器名称	功能	默认值	页码
2Bh	R/W	多重触摸模式配置	确定多重触摸模式（MTP）配置	00h	44
2Dh	R/W	多重触摸模式	确定MTP电路使用的传感器输入的模式或数量	FFh	45
2Fh	R/W	重新校准配置	确定重新校准时序和采样窗口	8Ah	45
30h	R/W	传感器输入1阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入1是否存在触摸的增量计数阈值	40h	47
31h	R/W	传感器输入2阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入2是否存在触摸的增量计数阈值	40h	47
32h	R/W	传感器输入3阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入3是否存在触摸的增量计数阈值	40h	47
33h	R/W	传感器输入4阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入4是否存在触摸的增量计数阈值	40h	47
34h	R/W	传感器输入5阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入5是否存在触摸的增量计数阈值	40h	47
35h	R/W	传感器输入6阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入6是否存在触摸的增量计数阈值	40h	47
36h	R/W	传感器输入7阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入7是否存在触摸的增量计数阈值	40h	47
37h	R/W	传感器输入8阈值	存储用于确定电容式触摸传感器输入8是否存在触摸的增量计数阈值	40h	
38h	R/W	传感器输入噪声阈值	存储用于选择所有传感器输入的噪声阈值的控制	01h	47
待机配置寄存器					
40h	R/W	待机通道	控制在待机状态下使能哪些传感器输入	00h	48
41h	R/W	待机配置	控制待机状态下的平均值计算和周期时间	39h	48
42h	R/W	待机灵敏度	控制待机状态下使用的灵敏度设置	02h	49
43h	R/W	待机阈值	存储待机状态下处于活动状态的传感器输入的触摸检测阈值	40h	50
44h	R/W	配置2	存储器件的其他配置控制	40h	37
基准计数寄存器					
50h	R	传感器输入1基准计数	存储传感器输入1的参考计数值	C8h	50
51h	R	传感器输入2基准计数	存储传感器输入2的参考计数值	C8h	50

© 2014 Microchip Technology Inc.

表6-1： 寄存器集（按十六进制顺序）（续）

寄存器地址	R/W	寄存器名称	功能	默认值	页码
52h	R	传感器输入3基准计数	存储传感器输入3的参考计数值	C8h	50
53h	R	传感器输入4基准计数	存储传感器输入4的参考计数值	C8h	50
54h	R	传感器输入5基准计数	存储传感器输入5的参考计数值	C8h	50
55h	R	传感器输入6基准计数	存储传感器输入6的参考计数值	C8h	50
56h	R	传感器输入7基准计数	存储传感器输入7的参考计数值	C8h	50
57h	R	传感器输入8基准计数	存储传感器输入8的参考计数值	C8h	50
LED控制					
71h	R/W	LED输出类型	控制LED输出的输出类型	00h	51
72h	R/W	传感器输入LED链接	控制传感器输入与LED通道的链接	00h	51
73h	R/W	LED极性	控制LED的输出极性	00h	52
74h	R/W	LED输出控制	控制LED的输出状态	00h	53
77h	R/W	LED链接转换控制	控制LED链接至CS通道时的转换	00h	54
79h	R/W	LED镜像控制	控制LED的占空比镜像	00h	55
81h	R/W	LED行为1	控制LED 1 - 4的行为和响应	00h	55
82h	R/W	LED行为2	控制LED 5 - 8的行为和响应	00h	55
84h	R/W	LED脉冲1周期	控制脉冲期间每次呼吸的周期	20h	57
85h	R/W	LED脉冲2周期	控制呼吸和脉冲操作期间的呼吸周期	14h	59
86h	R/W	LED呼吸周期	控制LED呼吸操作的周期	5Dh	60
88h	R/W	LED配置	控制LED配置	04h	60
90h	R/W	LED脉冲1占空比	确定脉冲操作的最小和最大占空比	F0h	61
91h	R/W	LED脉冲2占空比	确定呼吸和脉冲操作的 最小和最大占空比	F0h	61
92h	R/W	LED呼吸占空比	确定呼吸操作的最小和最大占空比	F0h	61
93h	R/W	LED直接占空比	确定直接模式LED操作的 最小和最大占空比	F0h	61
94h	R/W	LED直接斜坡速率	确定LED的上升沿和下降沿斜坡速率	00h	61
95h	R/W	LED关断延时	确定所有LED行为的关断延时	00h	62
B1h	R	传感器输入1校准	存储传感器输入1的高8位校准值	00h	65

表6-1： 寄存器集（按十六进制顺序）（续）

寄存器地址	R/W	寄存器名称	功能	默认值	页码
B2h	R	传感器输入2校准	存储传感器输入2的高8位校准值	00h	65
B3h	R	传感器输入3校准	存储传感器输入3的高8位校准值	00h	65
B4h	R	传感器输入4校准	存储传感器输入4的高8位校准值	00h	65
B5h	R	传感器输入5校准	存储传感器输入5的高8位校准值	00h	65
B6h	R	传感器输入6校准	存储传感器输入6的高8位校准值	00h	65
B7h	R	传感器输入7校准	存储传感器输入7的高8位校准值	00h	65
B8h	R	传感器输入8校准	存储传感器输入8的高8位校准值	00h	65
B9h	R	传感器输入校准LSB 1	存储传感器输入1 - 4的校准值的2个LSB	00h	65
BAh	R	传感器输入校准LSB 2	存储传感器输入5 - 8的校准值的2个LSB	00h	65
FDh	R	产品ID	存储用于标识每种产品的固定值	50h	66
FEh	R	制造商ID	存储用于标识Microchip的固定值	5Dh	66
FFh	R	版本	存储表示版本号的固定值	83h	66

上电复位（POR）期间，寄存器中存储默认值。首次对器件供电时会启动 POR，VDD 电源电压会超出电气特性中指定的POR电压。任何对未定义的寄存器的读操作都将返回00h。对未定义的寄存器的写操作没有作用。

某个位“置1”时，表示用户向该位写入逻辑“1”。某个位“清零”时，表示用户向该位写入逻辑“0”。

6.1 主控制寄存器

表6-2： 主控制寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
00h	R/W	主控制	GAIN[1:0]		STBY	DSLEEP	-	-	-	INT	00h

主控制寄存器控制器件的主要功耗状态。

Bit 7 - 6——GAIN[1:0]——控制电容式触摸传感电路所使用的增益。增大增益时，由于产生相同增量计数值所需的增量电容减小，因而有效灵敏度也会增强。灵敏度设置可能需要与增益设置一起调整，以免发生数据溢出。

应用注释： 增益设置适用于待机状态和工作状态。

表6-3： GAIN位解码

GAIN[1:0]		电容式触摸传感器增益
1	0	
0	0	1

© 2014 Microchip Technology Inc.

表6-3： GAIN位解码（续）

GAIN[1:0]		电容式触摸传感器增益
1	0	
0	1	2
1	0	4
1	1	8

Bit 5——STBY——使能待机状态。

- “0”（默认值）——传感器输入扫描有效，LED可正常工作。
- “1”——电容式触摸传感器输入扫描仅限于待机通道寄存器（见第6.20节）中设置的传感器输入。状态寄存器在被读取之前不会清零。链接到电容式触摸传感器输入的LED将保持链接和活动状态。不再被采样的传感器输入将标记为释放，然后保持在非触摸状态。手动控制的LED不受影响。

Bit 4——DSLEEP——通过禁止所有功能来使能深度休眠状态。此位将在WAKE引脚驱动为高电平时清零。如果CAP1188配置为通过BC-Link协议进行通信，则忽略此位。

- “0”（默认值）——传感器输入扫描有效，LED可正常工作。
- “1”——所有传感器输入扫描均被禁止。所有LED均会驱动为已编程的非执行状态，并且任何PWM操作都不会执行。状态寄存器自动清零，并且INT位清零。

Bit 0——INT——指示是否存在中断。此位置1时，将使ALERT#引脚有效。如果某个通道检测到触摸，并且其相关中断允许位未置为逻辑“1”，则不会执行任何操作。

此位可通过写入逻辑“0”清零。此位清零时，ALERT#引脚将置为无效，并且如果条件已清除，所有状态寄存器都将清零。如果WAKE/SPI_MOSI引脚在待机状态下因检测到触摸而被置为有效，则其同样会在此位清零时被置为无效。

请注意，当通过4线SPI协议进行通信时，不驱动WAKE/SPI_MOSI引脚。

- “0”——无中断待处理。
- “1”——在一个或多个通道上检测到触摸，中断已置为有效。

6.2 状态寄存器

表6-4： 状态寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
02h	R	一般状态	-	-	-	LED	RESET	MULT	MTP	TOUCH	00h
03h	R	传感器输入状态	CS8	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	00h
04h	R	LED状态	LED8_DN	LED7_DN	LED6_DN	LED5_DN	LED4_DN	LED3_DN	LED2_DN	LED1_DN	00h

器件进入深度休眠状态（DSLEEP = “1”——见第6.1节）时，所有状态位都会清零。

6.2.1 一般状态——02h

Bit 4——LED——指示一个或多个LED已完成已编程的活动。如果LED状态寄存器中的任意一位置1，则此位将置1。

Bit 3——RESET——指示器件是否已复位。当器件退出POR状态或者RESET引脚已释放且被RESET引脚过滤器确认后，此位将置1（见第5.2节）。此位将使INT位置1，并在INT位清零时清零。

Bit 2——MULT——指示器件是否由于多重触摸检测电路（见第6.14节）而阻止检测到的触摸。此位不会使INT位置1，因此不会引起中断。

Bit 1——MTP——指示器件是通过模式识别还是通过传感器输入数量检测到大量传感器输入超出MTP阈值（见第6.15节）。如果MTP_ALERT位置1，此位将使INT位置1。在使此位置1的条件被消除之前，此位不会清零。

Bit 0——TOUCH——指示是否检测到触摸。如果传感器输入状态寄存器中的任意一位置1，则此位将置1。

6.2.2 传感器输入状态——03h

传感器输入状态寄存器存储了用于指示是否已检测到触摸的状态位。任意位的值为“0”表示未检测到触摸； 任意位的值为“1”表示已检测到触摸。

当INT位清零并且相应的电容式触摸传感器输入上不再存在触摸时，所有位都将清零。如果仍检测到触摸，则不会清零各个位（但这不会使中断有效——见第6.6节）。

Bit 7——CS8——指示传感器输入8上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED8。

Bit 6——CS7——指示传感器输入7上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED7。

Bit 5——CS6——指示传感器输入6上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED6。

Bit 4——CS5——指示传感器输入5上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED5。

Bit 3——CS4——指示传感器输入4上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED4。

Bit 2——CS3——指示传感器输入3上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED3。

Bit 1——CS2——指示传感器输入2上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED2。

Bit 0——CS1——指示传感器输入1上是否检测到触摸。此传感器输入可链接至LED1。

6.2.3 LED状态——04h

LED状态寄存器指示LED在被主机执行（见第6.28节“LED输出控制寄存器”）后何时完成已配置的行为（见第6.31节“LED行为寄存器”）。当LED链接至电容式传感器输入时，将忽略这些位。当INT位清零时，所有LED状态位均清零。

Bit 7——LED8_DN——指示LED8在被主机执行后是否已完成其行为。

Bit 6——LED7_DN——指示LED7在被主机执行后是否已完成其行为。

Bit 5——LED6_DN——指示LED6在被主机执行后是否已完成其行为。

Bit 4——LED5_DN——指示LED5在被主机执行后是否已完成其行为。

Bit 3——LED4_DN——指示LED4在被主机执行后是否已完成其行为。

Bit 2——LED3_DN——指示LED3在被主机执行后是否已完成其行为。

Bit 1——LED2_DN——指示LED2在被主机执行后是否已完成其行为。

Bit 0——LED1_DN——指示LED1在被主机执行后是否已完成其行为。

6.3 噪声标志状态寄存器

表6-5： 噪声标志状态寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
0Ah	R	噪声标志状态	CS8_NOISE	CS7_NOISE	CS6_NOISE	CS5_NOISE	CS4_NOISE	CS3_NOISE	CS2_NOISE	CS1_NOISE	00h

噪声标志状态寄存器存储了当检测到的噪声超出模拟检测器或RF噪声检测器的工作区域时模拟模块生成的状态位。这些位指示最近从传感器输入收到的数据是否有效，不应该用于触摸检测。只要特定通道对应的位置1，增量计数值就会复位为00h，因此不会检测到触摸。

这些位的值不固定，如果模拟模块未报告噪声错误，这些位将自动清零。

应用注释： 如果使能MTP检测电路，则这些位会计数超过MTP阈值的传感器输入（见第5.5.4节“多重触摸模式检测”），即使相应的增量计数未超过MTP阈值。如果相应的增量计数也超过MTP阈值，则不会计数两次。

应用注释： 无论噪声状态位的状态为何，只要在传感器输入上检测到低频噪声，便会丢弃该采样，除非DIS_ANA_NOISE位置1。同样，如果在传感器输入上检测到RF噪声，也会丢弃该采样，除非DIS_RF_NOISE位置1。

© 2014 Microchip Technology Inc.

6.4 传感器输入增量计数寄存器

表6-6： 传感器输入增量计数寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
10h	R	传感器输入1增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h
11h	R	传感器输入2增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h
12h	R	传感器输入3增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h
13h	R	传感器输入4增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h
14h	R	传感器输入5增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h
15h	R	传感器输入6增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h
16h	R	传感器输入7增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h
17h	R	传感器输入8增量计数	符号	64	32	16	8	4	2	1	00h

传感器输入增量计数寄存器存储了与用于确定是否检测到触摸的阈值进行比较的增量计数。计数值表示与其中一个传感器输入上的触摸相关的电容变化而导致的输入变化，并作为校准后的基准“无触摸”计数值的参考。增量是瞬时变化，并在每个传感周期针对每个传感器输入更新一次（见第5.5.1节“传感周期”）。

显示的值是标准二进制补码。此外，该值的上限为7Fh。读数为7Fh时表示灵敏度设置过高，应相应进行调整（见第6.5节）。

此外，该值的下限为负80h，表示释放时可能产生的负增量计数。

6.5 灵敏度控制寄存器

表6-7： 灵敏度控制寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
1Fh	R/W	灵敏度控制	-	DELTA_SENSE[2:0]			BASE_SHIFT[3:0]				2Fh

灵敏度控制寄存器控制触摸检测的灵敏度。

Bit 6-4 DELTA_SENSE[2:0]——控制触摸检测的灵敏度。灵敏度设置根据系统参数调高或调低相对增量计数值。设置为000b时灵敏度最高，设置为111b时灵敏度最低。在高灵敏度设置下，出现较小的电容变化（对应于“较轻”触摸）即认为检测到触摸。但是，这些设置对噪声更敏感，噪声环境在高灵敏度设置下可能会标记更多的错误触摸。

应用注释： 值128x是最高灵敏度设置。在最高灵敏度设置下，增量计数寄存器的MSB表示64（最大值约为25,000，对应于触摸导致基础电容发生约为0.25%的偏移，即基础电容为10 pF时25 fF的ΔC）。相反，值1x是最低灵敏度设置。在最低灵敏度设置下，增量计数寄存器的MSB对应于8192个计数的增量计数（最大计数约为25,000，对应于触摸导致基础电容发生约为33%的偏移，即基础电容为10 pF时3.33 pF的ΔC）。

表6-8： DELTA_SENSE位解码

DELTA_SENSE[2:0]			灵敏度倍数
2	1	0	
0	0	0	128x（灵敏度最高）
0	0	1	64x
0	1	0	32x（默认值）
0	1	1	16x
1	0	0	8x
1	0	1	4x
1	1	0	2x
1	1	1	1x（灵敏度最低）

Bit 3 - 0——BASE_SHIFT[3:0]——控制基准计数寄存器的换算和数据表示。这些位的值越大，所表示数据的范围越大，分辨率越低。换算系数表示这些寄存器描述中所示的位权重的倍数。

应用注释： BASE_SHIFT[3:0] 位通常不需要更新。这些设置不会影响触摸检测或灵敏度。在分析电容检测板的性能和稳定性时，这些位有时很有帮助。

表6-9： BASE_SHIFT位解码

BASE_SHIFT[3:0]				数据换算系数
3	2	1	0	
0	0	0	0	1x
0	0	0	1	2x
0	0	1	0	4x
0	0	1	1	8x
0	1	0	0	16x
0	1	0	1	32x
0	1	1	0	64x
0	1	1	1	128x
1	0	0	0	256x
所有其他				256x （默认值 = 1111b）

© 2014 Microchip Technology Inc.

6.6 配置寄存器

表6-10： 配置寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
20h	R/W	配置	TIMEOUT	WAKE_ CFG	DIS_ DIG_ NOISE	DIS_ ANA_ NOISE	MAX_ DUR_EN	-	-	-	A0h（版本B） 20h（版本C）
44h	R/W	配置2	INV_LINK_ TRAN	ALT_ POL	BLK_PWR_ CTRL	BLK_POL_ MIR	SHOW_ RF_ NOISE	DIS_ RF_ NOISE	-	INT_ REL_n	40h

配置寄存器控制着会影响整个器件的通用全局功能。

6.6.1 配置——20h

Bit 7——TIMEOUT——使能SMBus协议的超时和空闲功能。

- “0”（功能版本C的默认值）——禁止SMBus超时和空闲功能。如果时钟线保持低电平，则SMBus接口不会超时。同样，如果数据线和时钟线保持高电平的时间超过200 µs，则SMBus接口不会复位。这用于兼容I^2C。
- “1”（功能版本B的默认值）——使能SMBus超时和空闲功能。如果时钟线保持低电平的时间超过30 ms，则SMBus接口将超时。同样，如果数据线和时钟线保持高电平的时间超过200 µs，则SMBus接口将复位。

Bit 6——WAKE_CFG——配置WAKE引脚的操作。

- “0”（默认值）——当器件处于待机状态时，检测到触摸也不会将WAKE引脚置为有效。该引脚被驱动为高电平时，还用于将器件从深度休眠状态中唤醒。
- “1”——当器件处于待机状态时，检测到触摸会将WAKE引脚置为高电平。该引脚被驱动为高电平时，还用于将器件从深度休眠状态中唤醒。

Bit 5——DIS_DIG_NOISE——确定器件是否使用数字噪声阈值（见第6.19节“传感器输入噪声阈值寄存器”）。将此位置1可禁止该功能。

- “0”——使用数字噪声阈值。如果增量计数值超出噪声阈值但未超出触摸阈值，则采样将被丢弃且不会用于自动重新校准程序。
- “1”（默认值）——禁止噪声阈值。任何低于触摸阈值的增量计数都将用于自动重新校准程序。

Bit 4——DIS_ANA_NOISE——确定是否使能模拟噪声滤波器。将此位置1可禁止该功能。

- “0”（默认值）——如果模拟模块检测到低频噪声，则相应通道上的增量计数设置为0。请注意，这不需要将噪声状态位置1。
- “1”——不阻止触摸，即使检测到低频噪声。

Bit 3——MAX_DUR_EN——确定是否使能最长持续时间重新校准。

- “0”（默认值）——禁止最长持续时间重新校准功能。触摸可无限期保持，并且不会对任何传感器执行重新校准。
- “1”——使能最长持续时间重新校准功能。如果触摸保持时间超过MAX_DUR位设置，则会重启重新校准程序（见第6.8节）。

6.6.2 配置2——44h

Bit 7——INV_LINK_TRAN——确定已链接LED转换控制的行为（见第6.29节）。

- “0”（默认值）——已链接LED转换控制将最小占空比设置为等于最大占空比。
- “1”——已链接LED转换控制将使触摸信号反相。例如，触摸信号将反相为非触摸信号。

Bit 6——ALT_POL——确定ALERT#引脚的极性和行为。

- “0”——ALERT#引脚高电平有效且为推挽式。
- “1”（默认值）——ALERT#引脚低电平有效且为漏极开路式。

Bit 5——BLK_PWR_CTRL——确定器件在从转换完成到轮询周期结束之间的时间内等待时是否降低功耗。

- “0”（默认值）——器件在从上一次转换结束到轮询周期结束之间的时间内始终尽可能降低功耗。
- “1”——器件在从上一次转换结束到轮询周期结束之间的时间内不降低电容传感器的功耗。

Bit 4——BLK_POL_MIR——确定LED镜像控制寄存器位是否链接至LED极性位。此位置1时，将阻止在LED极性位置1或清零时自动置1和清零LED镜像控制位这一正常行为。

- “0”（默认值）——LED极性控制位置1时，相应的LED镜像控制位自动置1。同样，LED极性控制位清零时，相应的LED镜像控制位也清零。
- “1”——LED极性控制位置1时，相应的LED镜像控制位不会自动置1。

Bit 3——SHOW_RF_NOISE——确定噪声状态位是否将RF噪声显示为惟一输入源。

- “0”（默认值）——如果在电容式触摸传感器输入上检测到RF噪声或低频EMI噪声，则噪声状态寄存器会同时显示RF噪声和低频EMI噪声。
- “1”——如果在电容式触摸传感器输入上检测到RF噪声，则噪声状态寄存器将只显示RF噪声。EMI噪声仍会被检测到并且触摸将被正常阻止；但是，状态位不会更新。

Bit 2——DIS_RF_NOISE——确定是否使能RF噪声滤波器。将此位置1可禁止该功能。

- “0”（默认值）——如果模拟模块检测到RF噪声，则相应通道上的增量计数设置为0。请注意，这不需要将噪声状态位置1。
- “1”——不阻止触摸，即使检测到RF噪声。

Bit 0——INT_REL_n——控制在检测到按钮释放时的中断行为。

- “0”（默认值）——检测到按压时产生中断，并在检测到释放时以重复速率再次产生中断（如果允许——见第6.13节）。
- “1”——检测到按压时以重复速率产生中断，但在检测到释放时不产生中断。

6.7 传感器输入使能寄存器

表6-11： 传感器输入使能寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
21h	R/W	传感器输入使能	CS8_EN	CS7_EN	CS6_EN	CS5_EN	CS4_EN	CS3_EN	CS2_EN	CS1_EN	FFh

传感器输入使能寄存器确定电容式触摸传感器输入是否包含在采样周期中。采样周期长度不受测量的传感器输入数的影响。

Bit 7——CS8_EN——允许CS8输入包含在采样周期中。

- “0”——CS8输入不包含在采样周期中。
- “1”（默认值）——CS8输入包含在采样周期中。

Bit 6——CS7_EN——允许CS7输入包含在采样周期中。

Bit 5——CS6_EN——允许CS6输入包含在采样周期中。

Bit 4——CS5_EN——允许CS5输入包含在采样周期中。

Bit 3——CS4_EN——允许CS4输入包含在采样周期中。

Bit 2——CS3_EN——允许CS3输入包含在采样周期中。

Bit 1——CS2_EN——允许CS2输入包含在采样周期中。

Bit 0——CS1_EN——允许CS1输入包含在采样周期中。

© 2014 Microchip Technology Inc.

6.8 传感器输入配置寄存器

表6-12： 传感器输入配置寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
22h	R/W	传感器输入配置	MAX_DUR[3:0]				RPT_RATE[3:0]				A4h

传感器输入配置寄存器控制与电容式传感器输入1 - 8相关的时序。

Bit 7 - 4——MAX_DUR[3:0]——（默认值1010b）——确定在对电容式触摸传感器输入进行重新校准之前允许触摸传感器焊盘的最长时间，如表6-13所示。

表6-13： MAX_DUR位解码

MAX_DUR[3:0]				重新校准之前的时间
3	2	1	0	
0	0	0	0	560 ms
0	0	0	1	840 ms
0	0	1	0	1120 ms
0	0	1	1	1400 ms
0	1	0	0	1680 ms
0	1	0	1	2240 ms
0	1	1	0	2800 ms
	1	1	1	3360 ms
1	0	0	0	3920 ms
1	0	0	1	4480 ms
1	0	1	0	5600 ms（默认值）
1	0	1	1	6720 ms
1	1	0	0	7840 ms
1	1	0	1	8906 ms
1	1	1	0	10080 ms
1	1	1	1	11200 ms

Bit 3 - 0——RPT_RATE[3:0]——（默认值0100b）确定使能自动重复时中断有效间的持续时间。分辨率为35 ms，范围从35 ms到560 ms，如表6-14所示。

表6-14： RPT_RATE位解码

RPT_RATE[3:0]				中断重复速率
3	2	1	0	
0	0	0	0	35 ms
0	0	0	1	70 ms
0	0	1	0	105 ms
0	0	1	1	140 ms
0	1	0	0	175 ms（默认值）
0	1	0	1	210 ms
0	1	1	0	245 ms
0	1	1	1	280 ms
1	0	0	0	315 ms
1	0	0	1	350 ms
1	0	1	0	385 ms

© 2014 Microchip Technology Inc.

表6-14： RPT_RATE位解码（续）

RPT_RATE[3:0]				中断重复速率
3	2	1	0	
1	0	1	1	420 ms
1	1	0	0	455 ms
1	1	0	1	490 ms
1	1	1	0	525 ms
1	1	1	1	560 ms

6.9 传感器输入配置2寄存器

表6-15： 传感器输入配置2寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
23h	R/W	传感器输入配置2	-	-	-	-	M_PRESS[3:0]				07h

Bit 3 - 0——M_PRESS[3:0]——（默认值0111b）——确定要使配置为使用自动重复的传感器输入检测到“按住”事件，传感器焊盘必须被触摸的最短时间。如果传感器输入检测到触摸时间大于M_PRESS[3:0]设置，则认为检测到“按住”事件。如果传感器输入检测到触摸时间小于或等于M_PRESS[3:0]设置，则认为检测到触摸事件。

分辨率为35 ms，范围从35 ms到560 ms，如表6-16所示。

表6-16： M_PRESS位解码

M_PRESS[3:0]				M_PRESS设置
3	2	1	0	
0	0	0	0	35 ms
0	0	0	1	70 ms
0	0	1	0	105 ms
0	0	1	1	140 ms
0	1	0	0	175 ms
0	1	0	1	210 ms
0	1	1	0	245 ms
0	1	1	1	280 ms（默认值）
1	0	0	0	315 ms
1	0	0	1	350 ms
1	0	1	0	385 ms
1	0	1	1	420 ms
1	1	0	0	455 ms
1	1	0	1	490 ms
1	1	1	0	525 ms
1	1	1	1	560 ms

6.10 平均值计算和采样配置寄存器

表6-17： 平均值计算和采样配置寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
24h	R/W	平均值计算和采样配置		AVG[2:0]			SAMP_TIME[1:0]		CYCLE_TIME[1:0]		39h

© 2014 Microchip Technology Inc.

平均值计算和采样配置寄存器控制当器件正常工作时所有处于活动状态的传感器输入所获取的采样数以及总传感器输入周期时间。

Bit 6 - 4——AVG[2:0]——确定所有处于活动状态的通道在传感器周期内所获取的采样数，如表6-18所示。在同一通道上连续获取所有采样之后才会对下一通道进行采样，在更新测量结果之前基于测量的采样数对采样结果求平均值。

例如，如果在传感器周期内对CS1、CS2和CS3进行采样，并且AVG[2:0]位设置为每通道获取4个采样，则完整的传感器周期为：CS1，CS1，CS1，CS1，CS2，CS2，CS2，CS2，CS3，CS3，CS3，CS3。

表6-18： AVG位解码

AVG[2:0]			每次测量获取的采样数
2	**1**	**0**	
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8（默认值）
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

Bit 3 - 2——SAMP_TIME[1:0]——确定获取单个采样所需的时间，如表6-19所示。

表6-19： SAMP_TIME位解码

SAMP_TIME[1:0]		采样时间
1	**0**	
0	0	320 µs
0	1	640 µs
1	0	1.28 ms（默认值）
1	1	2.56 ms

Bit 1 - 0——CYCLE_TIME[1:0]——确定在正常工作期间所有测量通道的总周期时间，如表6-20所示。所有测量通道均在周期时间开始时进行采样。如果有额外时间剩余，则器件在周期的其余时间进入低功耗状态。

表6-20： CYCLE_TIME位解码

CYCLE_TIME [1:0]		总周期时间
1	**0**	
0	0	35 ms
0	1	70 ms（默认值）
1	0	105 ms
1	1	140 ms

应用注释： 仅当所有采样的总平均时间比编程的周期短时，才会保持编程的周期时间。AVG[2:0] 位优先，因此当所需采样比周期时间内正常所允许的采样数多时，周期时间将根据需要延长，以适应要测量的采样数。

6.11 校准激活寄存器

表6-21： 校准激活寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
26h	R/W	校准激活	CS8_CAL	CS7_CAL	CS6_CAL	CS5_CAL	CS4_CAL	CS3_CAL	CS2_CAL	CS1_CAL	00h

校准激活寄存器强制对相应的传感器输入进行重新校准，从而影响模拟模块和数字模块。执行重新校准程序期间，传感器输入检测不到持续时间不超过600 ms的按压，并且传感器输入基准计数寄存器值将无效。在此期间，相应传感器焊盘上的任何按压操作都将使重新校准失效。完成重新校准之后，将更新CALX[9:0]位（见第6.39节）。

当相应位置1时，器件将执行校准，该位将在重新校准程序完成后自动清零。

Bit 7——CS8_CAL——此位置1时，将重新校准CS8输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

Bit 6——CS7_CAL——此位置1时，将重新校准CS7输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

Bit 5——CS6_CAL——此位置1时，将重新校准CS6输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

Bit 4——CS5_CAL——此位置1时，将重新校准CS5输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

Bit 3——CS4_CAL——此位置1时，将重新校准CS4输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

Bit 2——CS3_CAL——此位置1时，将重新校准CS3输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

Bit 1——CS2_CAL——此位置1时，将重新校准CS2输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

Bit 0——CS1_CAL——此位置1时，将重新校准CS1输入。成功完成对传感器输入的重新校准后，该位会自动清零。

6.12 中断允许寄存器

表6-22： 中断允许寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
27h	R/W	中断允许	CS8_INT_EN	CS7_INT_EN	CS6_INT_EN	CS5_INT_EN	CS4_INT_EN	CS3_INT_EN	CS2_INT_EN	CS1_INT_EN	FFh

中断允许寄存器确定传感器焊盘触摸或释放（如果使能）是否会使中断引脚置为有效。

Bit 7——CS8_INT_EN——如果在CS8上检测到触摸（与CS8状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

- “0”——如果在CS8上检测到触摸（与CS8状态位相关），不会将中断引脚置为有效。
- “1”（默认值）——如果在CS8上检测到触摸（与CS8状态位相关），则将中断引脚置为有效。

Bit 6——CS7_INT_EN——如果在CS7上检测到触摸（与CS7状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

Bit 5——CS6_INT_EN——如果在CS6上检测到触摸（与CS6状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

Bit 4——CS5_INT_EN——如果在CS5上检测到触摸（与CS5状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

Bit 3——CS4_INT_EN——如果在CS4上检测到触摸（与CS4状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

© 2014 Microchip Technology Inc.

Bit 2——CS3_INT_EN——如果在CS3上检测到触摸（与CS3状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

Bit 1——CS2_INT_EN——如果在CS2上检测到触摸（与CS2状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

Bit 0——CS1_INT_EN——如果在CS1上检测到触摸（与CS1状态位相关），允许将中断引脚置为有效。

6.13 重复速率使能寄存器

表6-23： 重复速率使能寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
28h	R/W	重复速率使能	CS8_ RPT_EN	CS7_ RPT_EN	CS6_ RPT_EN	CS5_ RPT_EN	CS4_ RPT_EN	CS3_ RPT_EN	CS2_ RPT_EN	CS1_ RPT_EN	FFh

重复速率使能寄存器使能传感器输入的重复速率，如第5.6.1节所述。

Bit 7——CS8_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入8的重复速率。

- “0”——禁止CS8的重复速率。仅当检测到触摸并检测到释放（如果使能）时才产生中断，无论触摸保持多久。
- “1”（默认值）—— 使能 CS8 的重复速率。如果发生“触摸”事件，在检测到触摸和检测到释放时将产生中断（取决于INT_REL_n位——见第6.6节）。如果发生“按住”事件，在检测到触摸时将产生中断，并且只要保持触摸，就会以重复速率产生中断。

Bit 6——CS7_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入7的重复速率。

Bit 5——CS6_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入6的重复速率。

Bit 4——CS5_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入5的重复速率。

Bit 3——CS4_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入4的重复速率。

Bit 2——CS3_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入3的重复速率。

Bit 1——CS2_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入2的重复速率。

Bit 0——CS1_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入1的重复速率。

6.14 多重触摸配置寄存器

表6-24： 多重触摸配置

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
2Ah	R/W	多重触摸配置	MULT_ BLK_ EN	-	-	-	B_MULT_T[1:0]		-	-	80h

多重触摸配置寄存器控制多重触摸检测电路的设置。这些设置决定了在阻止其他按钮并将 MULT 状态位置 1 之前可同时按下的按钮数。

Bit 7——MULT_BLK_EN——使能多重按钮阻止电路。

- “0”——禁止多重触摸电路。器件不会阻止多重触摸。
- “1”（默认值）—— 使能多重触摸电路。器件将标志与编程的多重触摸阈值相等的触摸数，并阻止所有其他触摸。它将记住哪些传感器输入有效并阻止所有其他传感器输入，直到传感器焊盘被释放。当释放某个传感器焊盘后，将标志N个检测到的触摸（通过CS1 - CS8的周期顺序确定）并阻止所有其他触摸。

Bit 3 - 2——B_MULT_T[1:0]—— 确定在检测到多重触摸事件并阻止传感器输入之前，所有传感器焊盘上的同时触摸数。表6-25给出了位解码。

表6-25： B_MULT_T位解码

B_MULT_T[1:0]		同时触摸数
1	0	
0	0	1（默认值）
0	1	2
1	0	3
1	1	4

6.15 多重触摸模式配置寄存器

表6-26： 多重触摸模式配置

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
2Bh	R/W	多重触摸模式配置	MTP_ EN	-	-		MTP_TH[1:0]		COMP_ PTRN	MTP_ ALERT	00h

多重触摸模式配置寄存器控制多重触摸模式检测电路的设置。此电路的工作方式与多重触摸检测电路类似，但存在以下差异：

1. 检测阈值是MTP_TH[1:0]位定义的触摸检测阈值的百分比，而多重触摸电路使用触摸检测阈值。
2. MTP检测电路将检测由多重触摸模式寄存器设置确定的传感器输入特定模式，或使用多重触摸模式寄存器设置来确定将使MTP电路标志事件的传感器输入最小数量。使用模式识别模式时，如果多重触摸模式寄存器设置的所有传感器输入的增量计数均大于MTP阈值或者相应的噪声标志状态位置1，则MTP位将置1。使用绝对数量模式时，如果阈值超过 MTP 阈值的传感器输入或者噪声标志状态位置 1 的传感器输入的数量大于或等于此数字，则MTP位将置1。
3. 发生MTP事件时，将阻止所有触摸并产生中断。
4. 只要所需的传感器输入数量超过MTP阈值或者噪声标志状态位置1，所有传感器输入就会保持阻止状态。此条件清除后，将恢复触摸检测。请注意，仅当此条件清除后，才会向INT位写入“0”来清零MTP状态位。

Bit 7——MTP_EN——使能多重触摸模式检测电路。

- “0”（默认值）——禁止MTP检测电路。
- “1”——使能MTP检测电路。

Bit 3 - 2——MTP_TH[1:0]——确定MTP阈值，如表6-27所示。当器件处于完全工作状态时，此阈值是传感器输入阈值（见第6.18节“传感器输入阈值寄存器”）的百分比；当器件处于待机状态时，此阈值是待机阈值（见第6.23节“待机阈值寄存器”）的百分比。

表6-27： MTP_TH位解码

MTP_TH[1:0]		阈值百分比设置
1	0	
0	0	12.5%（默认值）
0	1	25%
1	0	37.5%
1	1	100%

Bit 1——COMP_PTRN—— 确定 MTP 检测电路将使用多重触摸模式寄存器设置传感器输入的特定模式还是传感器输入的绝对数量。

- “0”（默认值）——MTP检测电路将使用多重触摸模式寄存器位设置作为必须超过阈值或者噪声标志状态位置1的传感器输入的绝对最小数量。该数量等于寄存器中置1的位数。

© 2014 Microchip Technology Inc.

- “1”——MTP检测电路将使用模式识别。多重触摸模式寄存器中置1的每个位都表示一个增量计数必须大于MTP阈值或者噪声标志状态位置1的特定传感器输入。如果满足标准，MTP状态位将置1。

Bit 0——MTP_ALERT——如果发生MTP事件，则允许中断。在任何情况下，MTP状态位都将置1。

- “0”（默认值）——如果发生MTP事件，ALERT#引脚不会置为有效。
- “1”——如果发生MTP事件，ALERT#引脚将置为有效。

6.16 多重触摸模式寄存器

表6-28： 多重触摸模式寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
2Dh	R/W	多重触摸模式	CS8_PTRN	CS7_PTRN	CS6_PTRN	CS5_PTRN	CS4_PTRN	CS3_PTRN	CS2_PTRN	CS1_PTRN	FFh

多重触摸模式寄存器用作一种模式，来识别预期用于诊断或其他重要事件的传感器输入配置文件。多重触摸模式寄存器有以下两种使用方法：必须超出MTP阈值或者噪声标志状态位置1的特定传感器输入或传感器输入数。使用哪种方法取决于COMP_PTRN位（见第6.15节）。下面介绍了这两种方法。

1. 特定传感器输入：在单个轮询周期内，如果超出MTP阈值或者噪声标志状态位置1的特定传感器输入与多重触摸模式寄存器中置1的位相匹配，则标记MTP事件。
2. 传感器输入数：在单个轮询周期内，如果增量计数超出MTP阈值或者噪声标志状态位置1的传感器输入数大于或等于置1的模式位数，则标记MTP事件。

Bit 7——CS8_PTRN——确定CS8是否被视为多重触摸模式的一部分。

- “0”——CS8不被视为模式的一部分。
- “1”——CS8被视为模式的一部分，或者增量计数必须大于MTP阈值或噪声标志状态位置1的传感器输入的绝对数量递增1。

Bit 6——CS7_PTRN——确定CS7是否被视为多重触摸模式的一部分。

Bit 5——CS6_PTRN——确定CS6是否被视为多重触摸模式的一部分。

Bit 4——CS5_PTRN——确定CS5是否被视为多重触摸模式的一部分。

Bit 3——CS4_PTRN——确定CS4是否被视为多重触摸模式的一部分。

Bit 2——CS3_PTRN——确定CS3是否被视为多重触摸模式的一部分。

Bit 1——CS2_PTRN——确定CS2是否被视为多重触摸模式的一部分。

Bit 0——CS1_PTRN——确定CS1是否被视为多重触摸模式的一部分。

6.17 重新校准配置寄存器

表6-29： 重新校准配置寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
2Fh	R/W	重新校准配置	BUT_LD_TH	NO_CLR_INTD	NO_CLR_NEG	NEG_DELTA_CNT[1:0]		CAL_CFG[2:0]			8Ah

重新校准配置寄存器控制自动重新校准程序设置以及用于编程传感器输入阈值寄存器设置的高级控制。

Bit 7——BUT_LD_TH——允许通过对传感器输入1阈值寄存器执行写操作来设置所有传感器输入阈值寄存器。

- “0”——每个传感器输入X阈值寄存器均单独更新。
- “1”（默认值）——对传感器输入1阈值寄存器执行写操作将自动改写所有传感器输入的传感器输入阈值寄存器（传感器输入阈值1至传感器输入阈值8）。各个传感器输入X阈值寄存器（传感器输入2阈值至传感器输入8阈值）可随时单独更新。

Bit 6——NO_CLR_INTD——控制当噪声状态位置1时是否将中间数据的累积清零。

- “0”（默认值）——噪声状态位置1时将中间数据的累积清零。
- “1”——噪声状态位置1时不将中间数据的累积清零。

应用注释： Bit 5和Bit 6应设置为相同值。这两个位应同时设置为“0”或“1”。

Bit 5——NO_CLR_NEG——控制当噪声状态位置1时是否将连续负增量计数计数器清零。

- “0”（默认值）——噪声状态位置1时将连续负增量计数计数器清零。
- “1”（默认值）——噪声状态位置1时不将连续负增量计数计数器清零。

Bit 4 - 3——NEG_DELTA_CNT[1:0]——确定触发数字重新校准所需的负增量计数个数，如表6-30所示。

表6-30： NEG_DELTA_CNT位解码

NEG_DELTA_CNT[1:0]		连续负增量计数值的个数
1	**0**	
0	0	8
0	1	16（默认值）
1	0	32
1	1	无（禁止）

Bit 2 - 0——CAL_CFG[2:0]——确定自动重新校准程序的更新时间和采样数。此设置通用于所有传感器输入（虽然各传感器输入可配置为支持重新校准——见第6.11节）。

表6-31： CAL_CFG位解码

CAL_CFG[2:0]			重新校准采样数（见注6-1）	更新时间（见注6-2）
2	**1**	**0**		
0	0	0	16	16
0	0	1	32	32
0	1	0	64	64（默认值）
0	1	1	128	128
1	0	0	256	256
1	0	1	256	1024
1	1	0	256	2048
1	1	1	256	4096

注6-1 重新校准采样数指更新基准计数之前测量并求平均值的采样数，但此采样数不控制基准计数更新周期。

注6-2 更新时间指更新基准计数之前经过的时间（以轮询周期数为单位）。此时间取决于处于活动状态的通道数、平均值计算设置以及编程的周期时间。

© 2014 Microchip Technology Inc.

6.18 传感器输入阈值寄存器

表6-32： 传感器输入阈值寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
30h	R/W	传感器输入1阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h
31h	R/W	传感器输入2阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h
32h	R/W	传感器输入3阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h
33h	R/W	传感器输入4阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h
34h	R/W	传感器输入5阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h
35h	R/W	传感器输入6阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h
36h	R/W	传感器输入7阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h
37h	R/W	传感器输入8阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h

传感器输入阈值寄存器存储了用于确定是否已检测到触摸的增量阈值。发生触摸时，相关电容的变化会使相应传感器焊盘的输入信号发生变化。如果传感器输入变化超出阈值设置，则认为检测到触摸。

当BUT_LD_TH位置1时（见第6.17节——bit 7），向传感器输入1阈值寄存器写入数据将更新所有传感器输入阈值寄存器（31h - 37h，包括31h和37h）。

6.19 传感器输入噪声阈值寄存器

表6-33： 传感器输入噪声阈值寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
38h	R/W	传感器输入噪声阈值							CS_BN_TH [1:0]		01h

传感器输入噪声阈值寄存器控制辅助内部阈值的值，以检测噪声和改进自动重新校准程序。如果电容式触摸传感器输入超出传感器输入噪声阈值但未超出传感器输入阈值，则确定由噪声尖峰引起。自动重新校准程序不使用该采样。可通过将DIS_DIG_NOISE位置1来禁止此功能。

Bit 1-0——CS1_BN_TH[1:0]—— 控制所有电容式触摸传感器输入的噪声阈值，如表 6-34 所示。此阈值与阈值设置成比例。

表6-34： CSX_BN_TH位解码

CS_BN_TH [1:0]		百分比阈值设置
1	**0**	
0	0	25%
0	1	37.5%（默认值）
1	0	50%
1	1	62.5%

6.20 待机通道寄存器

表6-35： 待机通道寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
40h	R/W	待机通道	CS8_ STBY	CS7_ STBY	CS6_ STBY	CS5_ STBY	CS4_ STBY	CS3_ STBY	CS2_ STBY	CS1_ STBY	00h

待机通道寄存器控制在待机状态期间哪些电容式触摸传感器输入处于活动状态（如果有的话）。

Bit 7——CS8_STBY——控制在待机状态下CS8通道是否处于活动状态。

- “0”（默认值）——待机状态期间不会采样CS8通道。
- “1”——待机状态期间将采样CS8通道。将使用待机阈值设置、待机平均值计算和灵敏度设置。

Bit 6——CS7_STBY——控制在待机状态下CS7通道是否处于活动状态。

Bit 5——CS6_STBY——控制在待机状态下CS6通道是否处于活动状态。

Bit 4——CS5_STBY——控制在待机状态下CS5通道是否处于活动状态。

Bit 3——CS4_STBY——控制在待机状态下CS4通道是否处于活动状态。

Bit 2——CS3_STBY——控制在待机状态下CS3通道是否处于活动状态。

Bit 1——CS2_STBY——控制在待机状态下CS2通道是否处于活动状态。

Bit 0——CS1_STBY——控制在待机状态下CS1通道是否处于活动状态。

6.21 待机配置寄存器

表6-36： 待机配置寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
41h	R/W	待机配置	AVG_ SUM	STBY_AVG[2:0]			STBY_SAMP_ TIME[1:0]		STBY_CY_TIME [1:0]		39h

待机配置寄存器控制在待机状态下处于活动状态的传感器输入的平均值计算和周期时间。此寄存器用于检测一小部分传感器输入上的接近操作，因为其允许用户更改有限数量的传感器输入的平均值计算和采样时间，并且在完全工作状态下仍保持正常功能。

Bit 7——AVG_SUM——确定待机状态下处于活动状态的传感器输入将对已编程数量的采样求平均值还是进行累加。

- “0”（默认值）—— 待机状态下处于活动状态的传感器输入的增量计数值与阈值进行比较时，将基于已编程数量的采样的平均值。
- “1”—— 待机状态下处于活动状态的传感器输入的增量计数值与阈值进行比较时，将基于已编程数量的采样的总和。此位应仅在执行接近检测时置1，因为物理触摸将使增量计数寄存器溢出，并可能产生错误的读数。

Bit 6 - 4——STBY_AVG[2:0]——确定所有处于活动状态的通道在传感器周期内所获取的采样数，如表6-37所示。在同一通道上连续获取所有采样之后才会对下一通道进行采样，在更新测量结果之前基于测量的采样数对采样结果求平均值。

表6-37： STBY_AVG位解码

STBY_AVG[2:0]			每次测量获取的采样数
2	1	0	
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8（默认值）
1	0	0	16

© 2014 Microchip Technology Inc.

表6-37： STBY_AVG位解码（续）

STBY_AVG[2:0]			每次测量获取的采样数
2	1	0	
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

Bit 3 - 2——STBY SAMP_TIME[1:0]——确定当器件处于待机状态时获取单个采样所需的时间，如表6-38所示。

表6-38： STBY_SAMP_TIME位解码

STBY_SAMP_TIME[1:0]		采样时间
1	0	
0	0	320 µs
0	1	640 µs
1	0	1.28 ms（默认值）
1	1	2.56 ms

Bit 1 - 0——STBY_CY_TIME[1:0]——确定在待机工作期间所有测量通道的总周期时间，如表6-39所示。所有测量通道均在周期时间开始时进行采样。如果有额外时间剩余，则器件在周期的其余时间进入低功耗状态。

表6-39： STBY_CY_TIME位解码

STBY_CY_TIME [1:0]		总周期时间
1	0	
0	0	35 ms
0	1	70 ms（默认值）
1	0	105 ms
1	1	140 ms

应用注释： 仅当所有采样的总平均时间比编程的周期短时，才会保持编程的周期时间。STBY_AVG[2:0]位优先，因此当所需采样比周期时间内正常所允许的采样数多时，周期时间将根据需要延长，以适应要测量的采样数。

6.22 待机灵敏度寄存器

表6-40： 待机灵敏度寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
42h	R/W	待机灵敏度	-	-	-	-	-	STBY_SENSE[2:0]			02h

待机灵敏度寄存器控制待机状态下处于活动状态的传感器输入的灵敏度。

Bit 2 - 0——STBY_SENSE[2:0]——控制待机状态下处于活动状态的传感器输入的灵敏度。灵敏度设置根据系统参数调高或调低相对增量计数值。设置为000b时灵敏度最高，设置为111b时灵敏度最低。在高灵敏度设置下，出现较小的电容变化（对应于“较轻”触摸）即认为检测到触摸。但是，这些设置对噪声更敏感，噪声环境在高灵敏度设置下可能会标记更多的错误触摸。

应用注释： 值128x是最高灵敏度设置。在最高灵敏度设置下，增量计数寄存器的MSB表示64（最大值约为25,000，对应于触摸导致基础电容发生约为0.25%的偏移，即基础电容为10 pF时25 fF的ΔC）。相反，值1x是最低灵敏度设置。在最低灵敏度设置下，增量计数寄存器的MSB对应于8192个计数的增量计数（最大计数约为25,000，对应于触摸导致基础电容发生约为33%的偏移，即基础电容为10 pF时3.33 pF的ΔC）。

表6-41： STBY_SENSE位解码

STBY_SENSE[2:0]			灵敏度倍数
2	1	0	
0	0	0	128x（灵敏度最高）
0	0	1	64x
0	1	0	32x（默认值）
0	1	1	16x
1	0	0	8x
1	0	1	4x
1	1	0	2x
1	1	1	1x（灵敏度最低）

6.23 待机阈值寄存器

表6-42： 待机阈值寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
43h	R/W	待机阈值	-	64	32	16	8	4	2	1	40h

待机阈值寄存器存储了用于确定是否已检测到触摸的增量阈值。发生触摸时，相关电容的变化会使相应传感器焊盘的输入信号发生变化。如果传感器输入变化超出阈值设置，则认为检测到触摸。

6.24 传感器输入基准计数寄存器

表6-43： 传感器输入基准计数寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
50h	R	传感器输入1基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h
51h	R	传感器输入2基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h
52h	R	传感器输入3基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h
53h	R	传感器输入4基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h
54h	R	传感器输入5基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h
55h	R	传感器输入6基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h
56h	R	传感器输入7基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h
57h	R	传感器输入8基准计数	128	64	32	16	8	4	2	1	C8h

传感器输入基准计数寄存器存储电容式触摸传感器输入的经校准的“无触摸”输入值。这些寄存器由重新校准程序定期更新。

© 2014 Microchip Technology Inc.

该程序使用一个内部加法器将每个读数的当前计数值添加到之前读数的总和中，直到达到采样大小。此时，取高16位用作传感器输入基准计数。然后复位内部加法器，重新校准程序继续执行。

呈现的数据取决于BASE_SHIFT[3:0]位（见第6.5节）。

6.25 LED输出类型寄存器

表6-44： LED输出类型寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
71h	R/W	LED输出类型	LED8_OT	LED7_OT	LED6_OT	LED5_OT	LED4_OT	LED3_OT	LED2_OT	LED1_OT	00h

LED输出类型寄存器控制LED引脚的输出类型。每个引脚均由一个位来控制。有关实现LED的更多信息，请参见应用笔记21.4“CAP1188 Family LED Configuration Options”。

Bit 7——LED8_OT——确定LED8引脚的输出类型。

- “0”（默认值）——LED8引脚为漏极开路输出，并连接一个外部上拉电阻。将相应引脚置为“活动”状态（逻辑“1”）时，该引脚将被驱动为低电平。相反，将相应引脚置为“非活动”状态（逻辑“0”）时，该引脚将置于高阻态，并通过外部上拉电阻拉为高电平。
- “1”——LED8引脚为推挽式输出。驱动逻辑“1”时，该引脚将被驱动为高电平。驱动逻辑“0”时，该引脚将被驱动为低电平。

Bit 6——LED7_OT——确定LED7引脚的输出类型。

Bit 5——LED6_OT——确定LED6引脚的输出类型。

Bit 4——LED5_OT——确定LED5引脚的输出类型。

Bit 3——LED4_OT——确定LED4引脚的输出类型。

Bit 2——LED3_OT——确定LED3引脚的输出类型。

Bit 1——LED2_OT——确定LED2引脚的输出类型。

Bit 0——LED1_OT——确定LED1引脚的输出类型。

6.26 传感器输入LED链接寄存器

表6-45： 传感器输入LED链接寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
72h	R/W	传感器输入LED链接	CS8_LED8	CS7_LED7	CS6_LED6	CS5_LED5	CS4_LED4	CS3_LED3	CS2_LED2	CS1_LED1	00h

传感器输入LED链接寄存器控制电容式触摸传感器输入是否链接至LED输出。如果相应位置1，则相应的LED输出将更改由LED行为控制（见第6.31节）所定义的状态，以响应电容式触摸传感器输入。

Bit 7——CS8_LED8——将LED8输出与在CS8传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

- “0”（默认值）——LED8输出与CS8输入不关联。在CS8输入上检测到触摸时，不会自动执行LED。LED通过LED输出控制寄存器（见第6.28节）和LED行为寄存器（见第6.31节）进行使能和控制。
- “1”——LED8输出与CS8输入关联。在CS8输入上检测到触摸时，LED将被执行，并表现出表6-52中定义的行为。

Bit 6——CS7_LED7——将LED7输出与在CS7传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

Bit 5——CS6_LED6——将LED6输出与在CS6传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

Bit 4——CS5_LED5——将LED5输出与在CS5传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

Bit 3——CS4_LED4——将LED4输出与在CS4传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

Bit 2——CS3_LED3——将LED3输出与在CS3传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

Bit 1——CS2_LED2——将LED2输出与在CS2传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

Bit 0——CS1_LED1——将LED1输出与在CS1传感器输入上检测到的触摸链接。检测到触摸时，LED将被执行，并表现出由LED行为控制所确定的行为。

6.27 LED极性寄存器

表6-46： LED极性寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
73h	R/W	LED极性	LED8_POL	LED7_POL	LED6_POL	LED5_POL	LED4_POL	LED3_POL	LED2_POL	LED1_POL	00h

LED 极性寄存器控制 LED 输出的逻辑极性。当这些位置 1 或清零时，相应的 LED 镜像控制位也置 1 或清零（除非BLK_POL_MIR位置1——见第6.6节“配置寄存器”）。表6-48“LED极性行为”给出了极性控制位、输出控制位和相对亮度之间的相互作用。

应用注释： 极性控制决定最终的LED引脚驱动。已链接的电容式触摸传感器输入上的触摸所导致LED行为与LED输出控制位被置为逻辑“1”时相同。

应用注释： LED驱动假定LED的配置如下：如果将LED引脚驱动为逻辑“0”，则LED将点亮且CAP1188 LED引脚拉LED电流。相反，如果将LED引脚驱动为逻辑“1”，则LED将熄灭且不存在电流。请参见图5-1，“CAP1188系统框图”。

应用注释： 本应用注释适用于LED极性反相（LEDx_POL =“0”）的情况。对于LED操作，占空比设置决定了LED 引脚驱动为逻辑“0”状态的时间百分比。最大占空比设置定义了 LED 引脚驱动为低电平的时间百分比最大值（即LED**点亮**的最大时间百分比），而最小占空比设置决定了LED引脚驱动为低电平的时间百分比最小值（即 LED **点亮**的最小时间百分比）。当未检测到触摸或者 LED 输出控制寄存器位为逻辑“0”时，将以最小占空比设置驱动LED输出。呼吸操作将使占空比从最小占空比斜升至最大占空比。

应用注释： 本应用注释适用于LED极性同相（LEDx_POL =“1”）的情况。对于LED操作，占空比设置决定了LED 引脚驱动为逻辑“1”状态的时间百分比。最大占空比设置定义了 LED 引脚驱动为高电平的时间百分比最大值（即LED**熄灭**的最大时间百分比），而最小占空比设置决定了LED引脚驱动为高电平的时间百分比最小值（即 LED **熄灭**的最小时间百分比）。当未检测到触摸或者 LED 输出控制寄存器位为逻辑“0”时，将以“100 - 最小占空比设置”驱动LED输出。呼吸操作将使占空比从“100 - 最小占空比”斜降至“100 - 最大占空比”。

应用注释： LED镜像控制位（见第6.30节“LED镜像控制寄存器”）与极性控制位配合来控制LED亮度，但对输出引脚驱动没有直接影响。

© 2014 Microchip Technology Inc.

Bit 7——LED8_POL——确定LED8输出的极性。

- “0”（默认值）——LED8 输出反相。例如，LED 输出控制寄存器中的设置“1”将使 LED 引脚输出驱动为逻辑“0”。
- “1”——LED8 输出同相。例如，LED 输出控制寄存器中的设置“1”将使 LED 引脚输出驱动为逻辑“1”或者置为高阻态，具体取决于其输出类型。

Bit 6——LED7_POL——确定LED7输出的极性。

Bit 5——LED6_POL——确定LED6输出的极性。

Bit 4——LED5_POL——确定LED5输出的极性。

Bit 3——LED4_POL——确定LED4输出的极性。

Bit 2——LED3_POL——确定LED3输出的极性。

Bit 1——LED2_POL——确定LED2输出的极性。

Bit 0——LED1_POL——确定LED1输出的极性。

6.28 LED输出控制寄存器

表6-47： LED输出控制寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
74h	R/W	LED输出控制	LED8_DR	LED7_DR	LED6_DR	LED5_DR	LED4_DR	LED3_DR	LED2_DR	LED1_DR	00h

LED输出控制寄存器控制未链接至传感器输入的LED引脚的输出状态。

注： 如果LED链接至传感器输入LED链接寄存器（第6.26节“传感器输入LED链接寄存器”）中的传感器输入，则将忽略LED输出控制寄存器中的相应位（即，已链接的LED不能由主机控制）。

LED极性控制寄存器将确定LED引脚的非执行状态。执行的LED行为取决于LED行为控制位（见第6.31节“LED行为寄存器”）。

表6-48给出了极性控制位、输出控制位和相对亮度之间的相互作用。

Bit 7——LED8_DR——确定将LED8输出驱动为高电平还是低电平。

- “0”（默认值）——LED8输出以最小占空比驱动或不执行。
- “1”——LED8输出以最大占空比驱动或已执行。

Bit 6——LED7_DR——确定将LED7输出驱动为高电平还是低电平。

Bit 5——LED6_DR——确定将LED6输出驱动为高电平还是低电平。

Bit 4——LED5_DR——确定将LED5输出驱动为高电平还是低电平。

Bit 3——LED4_DR——确定将LED4输出驱动为高电平还是低电平。

Bit 2——LED3_DR——确定将LED3输出驱动为高电平还是低电平。

Bit 1——LED2_DR——确定将LED2输出驱动为高电平还是低电平。

Bit 0——LED1_DR——确定将LED1输出驱动为高电平还是低电平。

表6-48： LED极性行为

LED输出控制寄存器或触摸	极性	最大占空比	最小占空比	亮度	LED状态
0	反相（“0”）	不使用	LED点亮（逻辑0）的最小时间百分比	最小占空比下为最大亮度	最小占空比时点亮
1	反相（“0”）	LED点亮（逻辑0）的最大时间百分比	LED点亮（逻辑0）的最小时间百分比	最大占空比下为最大亮度。亮度从最小占空比斜升至最大占空比	取决于LED行为
0	同相（“1”）	不使用	LED熄灭（逻辑1）的最小时间百分比	“100 - 最小占空比”下为最大亮度。	“100 - 最小占空比”时点亮
1	同相（“1”）	LED熄灭（逻辑1）的最大时间百分比	LED熄灭（逻辑1）的最小时间百分比	对于直接行为，“100 - 最大占空比”下为最大亮度。呼吸时，“100 - 最小占空比”下为最大亮度。亮度从“100 - 最小占空比”斜升至“100 - 最大占空比”。	取决于LED行为

6.29 已链接LED转换控制寄存器

表6-49： 已链接LED转换控制寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
77h	R/W	已链接LED转换控制	LED8_LTRAN	LED7_LTRAN	LED6_LTRAN	LED5_LTRAN	LED4_LTRAN	LED3_LTRAN	LED2_LTRAN	LED1_LTRAN	00h

已链接LED转换控制寄存器控制LED链接至电容式触摸传感器输入时的LED驱动。这些控制位与INV_LINK_TRAN位（见第6.6.2节“配置2——44h”）配合来实现从主机控制到已链接LED的平滑转换。

Bit 7——LED8_LTRAN——确定LED8链接至CS8时的转换效果。

- “0”（默认值）——当CS8的LED输出控制位为“1”，并且CS8链接至LED8且未检测到触摸时，LED将切换状态。
- “1”——如果INV_LINK_TRAN位为“1”，则当CS8的LED输出控制位为“1”，并且CS8链接至LED8且未检测到触摸时，LED不会切换状态。此外，当触摸传感器焊盘时，LED状态也将发生变化。如果INV_LINK_TRAN位为“0”，则当CS8的LED输出控制位为“1”，并且CS8链接至LED8且未检测到触摸时，LED不会切换状态。但是，当触摸传感器焊盘时，LED状态不会发生变化。

应用注释： 如果LED行为不是“直接”且INV_LINK_TRAN位为“0”，则当LED8_LTRAN位置“1”时，LED不会按预期执行。因此，如果使用呼吸和脉冲行为，应将INV_LINK_TRAN位置“1”。

Bit 6——LED7_LTRAN——确定LED7链接至CS7时的转换效果。

Bit 5——LED6_LTRAN——确定LED6链接至CS6时的转换效果。

Bit 4——LED5_LTRAN——确定LED5链接至CS5时的转换效果。

Bit 3——LED4_LTRAN——确定LED4链接至CS4时的转换效果。

Bit 2——LED3_LTRAN——确定LED3链接至CS3时的转换效果。

© 2014 Microchip Technology Inc.

Bit 1——LED2_LTRAN——确定LED2链接至CS2时的转换效果。

Bit 0——LED1_LTRAN——确定LED1链接至CS1时的转换效果。

6.30 LED镜像控制寄存器

表6-50： LED镜像控制寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
79h	R/W	LED镜像控制	LED8_MIR_EN	LED7_MIR_EN	LED6_MIR_EN	LED5_MIR_EN	LED4_L MIR_EN	LED3_MIR_EN	LED2_MIR_EN	LED1_MIR_EN	00h

LED镜像控制寄存器确定当每个LED通道的极性同相时占空比设置的含义。当极性位置“1”（同相）时，要获得LED斜坡、脉冲和呼吸行为的正确步长，最小和最大占空比需相对于100%，而非默认的相对于0%。

应用注释： LED驱动假定LED的配置如下：如果将LED引脚驱动为逻辑“0”，则LED将点亮且CAP1188 LED引脚拉LED电流。当极性位置“1”时，视为同相。对于使用相反LED配置的系统，在极性位为“0”时将应用镜像控制位。

这些位在相应的LED极性位发生变化时会自动更改（除非BLK_POL_MIR位置1——见第6.6节）。

Bit 7——LED8_MIR_EN——确定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

- “0”（默认值）——占空比设置相对于0%，且直接通过设置确定。
- “1”——占空比设置相对于100%。

Bit 6——LED7_MIR_EN——确定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

Bit 5——LED6_MIR_EN——缺定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

Bit 4——LED5_MIR_EN——确定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

Bit 3——LED4_MIR_EN——确定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

Bit 2——LED3_MIR_EN——确定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

Bit 1——LED2_MIR_EN——确定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

Bit 0——LED1_MIR_EN——确定占空比设置的“偏离”是相对于0%还是100%占空比。

6.31 LED行为寄存器

表6-51： LED行为寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
81h	R/W	LED行为1	LED4_CTL[1:0]		LED3_CTL[1:0]		LED2_CTL[1:0]		LED1_CTL[1:0]		00h
82h	R/W	LED行为2	LED8_CTL[1:0]		LED7_CTL[1:0]		LED6_CTL[1:0]		LED5_CTL[1:0]		00h

LED行为寄存器控制LED的操作。每个LED引脚都由一个2位字段来控制，行为取决于LED是否链接至电容式触摸传感器输入。

如果相应LED输出链接至电容式触摸传感器输入，则将根据触摸和释放来使能/禁止相应行为。

如果LED输出未与电容式触摸传感器输入关联，则通过LED输出控制寄存器来使能/禁止相应行为。如果相应的LEDx_DR位置为逻辑“1”，则将与“触摸”关联，如果LEDx_DR位置为逻辑“0”，则与“释放”关联。

表6-52“LEDx_CTL位解码”显示了行为触发。定义的行为将在满足启动触发条件时触发，并在满足停止触发条件时停止。注意“呼吸保持”和“脉冲释放”选项的行为。

LED极性控制寄存器将确定LED输出的非执行状态（见第6.27节“LED极性寄存器”）。

应用注释： 如果LED未链接至电容式触摸传感器输入且正在呼吸（通过呼吸或脉冲行为），则必须停止执行再重新执行，才能处理对行为的更改。例如，如果LED输出正在呼吸且最大占空比发生变化，则需要将LED输出控制寄存器设置为“0”再重新设置为“1”，此更改才会生效。

应用注释： 如果LED未链接至电容式触摸传感器输入且配置为使用脉冲1行为工作，则仅当相应的输出控制位置1时才能执行电路。脉冲1行为完成前不会检查位状态。器件不会记得当其被使能时该位是否被清零和复位。

应用注释： 如果某个LED被执行且未链接，并且所需的LED行为发生变化，则新行为将立即生效；但是，变化的行为的第一个实例可能执行错误（例如，如果从“直接”切换至“脉冲 1”，LED 输出可能会“呼吸”4次，然后以最小占空比结束）。停止执行LED再重新执行之后，LED行为将正常进行。

应用注释： 当某个LED被执行，且从链接至电容式触摸传感器输入切换至未链接（或反过来）时，如果行为是“直接”或“呼吸”，则LED将立即响应新命令源。对于“脉冲”行为，将完成已在进行中的行为。例如，如果某个已链接LED由触摸执行，且控制发生变化而使其断开链接，则将检查相应的LED输出控制位的状态。如果该位为“0”，则LED的行为将与检测到释放时的行为相同。同样，如果未链接LED由LED输出控制寄存器执行，且控制发生变化而使其断开链接并且未检测到触摸，则LED的行为将与检测到释放时的行为相同。

6.31.1 LED行为1——81h

Bit 7 - 6——LED4_CTL[1:0]——确定LED4的行为，如表6-52所示。

Bit 5 - 4——LED3_CTL[1:0]——确定LED3的行为，如表6-52所示。

Bit 3 - 2——LED2_CTL[1:0]——确定LED2的行为，如表6-52所示。

Bit 1 - 0——LED1_CTL[1:0]——确定LED1的行为，如表6-52所示。

6.31.2 LED行为2——82h

Bit 7 - 6——LED8_CTL[1:0]——确定LED8的行为，如表6-52所示。

Bit 5 - 4——LED7_CTL[1:0]——确定LED7的行为，如表6-52所示。

Bit 3 - 2——LED6_CTL[1:0]——确定LED6的行为，如表6-52所示。

Bit 1 - 0——LED5_CTL[1:0]——确定LED5的行为，如表6-52所示。

表6-52： LEDX_CTL位解码

LEDx_CTL [1:0]		工作方式	说明	启动触发	停止触发
1	0				
0	0	直接	LED被驱动为已编程的状态（活动或非活动）。请参见图6-7。	检测到触摸或LED输出控制位置1	检测到释放或LED输出控制位清零
0	1	脉冲1	LED将“脉冲”已编程的次数。在每个“脉冲”期间，LED将呼吸至最大亮度，然后返回至最小亮度，以便总“脉冲”周期与已编程的值匹配。	检测到触摸或释放或者LED输出控制位置1或清零（见第6.32节）	n/a

© 2014 Microchip Technology Inc.

表6-52： LEDX_CTL位解码（续）

LEDx_CTL [1:0]		工作方式	说明	启动触发	停止触发
1	0				
1	0	脉冲2	LED将在检测到启动触发时“脉冲”。检测到停止触发时，它将“脉冲”已编程的次数，然后恢复为最小亮度。	检测到触摸或LED输出控制位置1	检测到释放或LED输出控制位清零
1	1	呼吸	LED将呼吸。驱动该LED所使用的占空比将从已编程的最小占空比（默认为0%）斜升至已编程的最大占空比（默认为100%），然后再减小。每个斜坡最多占已编程周期的50%。每次“呼吸”的总周期取决于LED呼吸周期控制位——见第6.34节。	检测到触摸或LED输出控制位置1	检测到释放或LED输出控制位清零

应用注释： PWM 频率取决于选择的 LED 行为、已编程的呼吸周期、已编程的最小占空比和最大占空比。对于直接行为模式，根据已编程的上升和下降时间计算PWM频率。如果这些参数设置为0，则将根据已编程的占空比设置使用最大PWM频率。

6.32 LED脉冲1周期寄存器

表6-53： LED脉冲1周期寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
84h	R/W	LED脉冲1周期	ST_TRIG	P1_PER6	P1_PER5	P1_PER4	P1_PER3	P1_PER2	P1_PER1	P1_PER0	20h

LED脉冲周期1寄存器决定了由LED_CTL寄存器（见表6-52——设置01b）确定的脉冲操作的总周期。LSB代表32 ms，因此设置为18h（24d）代表周期为768 ms（24 x 32 ms = 768 ms）。总范围为32 ms至4.064s，如表6-54所示，默认值为1024 ms。

应用注释： 由于LED驱动PWM操作的限制，可能无法实现短于160 ms（05h）的呼吸周期。器件将以周期设置和最小/最大占空比设置所能确定的最小周期进行呼吸。

Bit 7——ST_TRIG——确定LED脉冲行为的启动触发。

- “0”（默认值）——LED将在检测到触摸或驱动位置1时“脉冲”。
- “1”——LED将在检测到释放或驱动位清零时“脉冲”。

当LED输出配置为同相极性（LEDx_POL = 1）时，脉冲1操作如图6-1所示，当LED输出配置为反相极性（LEDx_POL = 0）时，脉冲1操作如图6-2所示。

图6-1： *同相极性时的脉冲1行为*

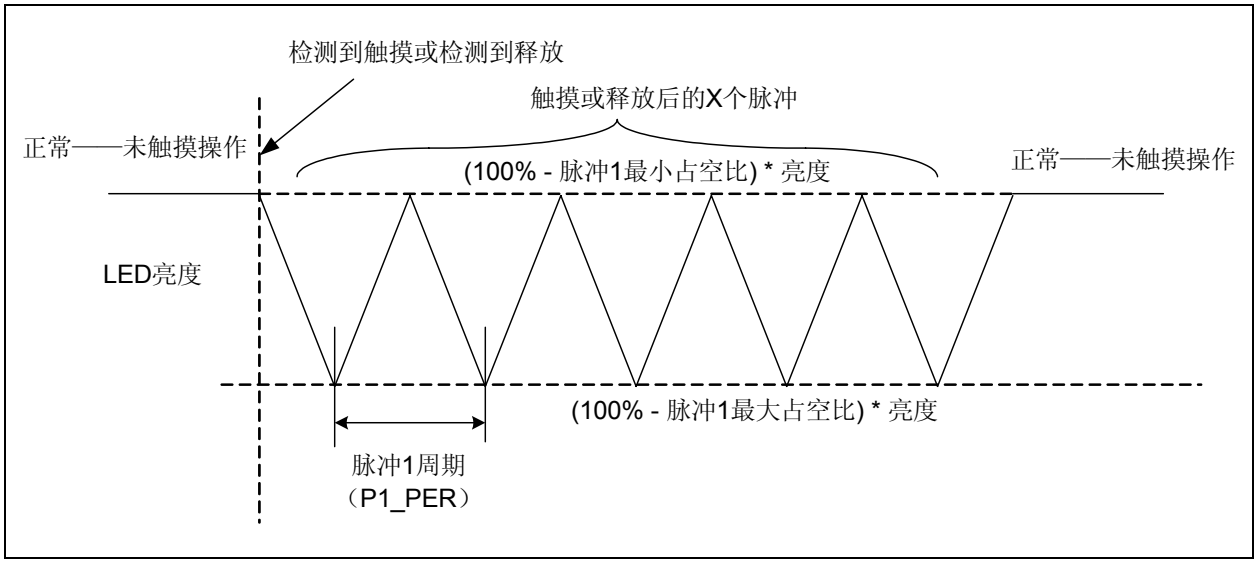


图6-2： *反相极性时的脉冲1行为*

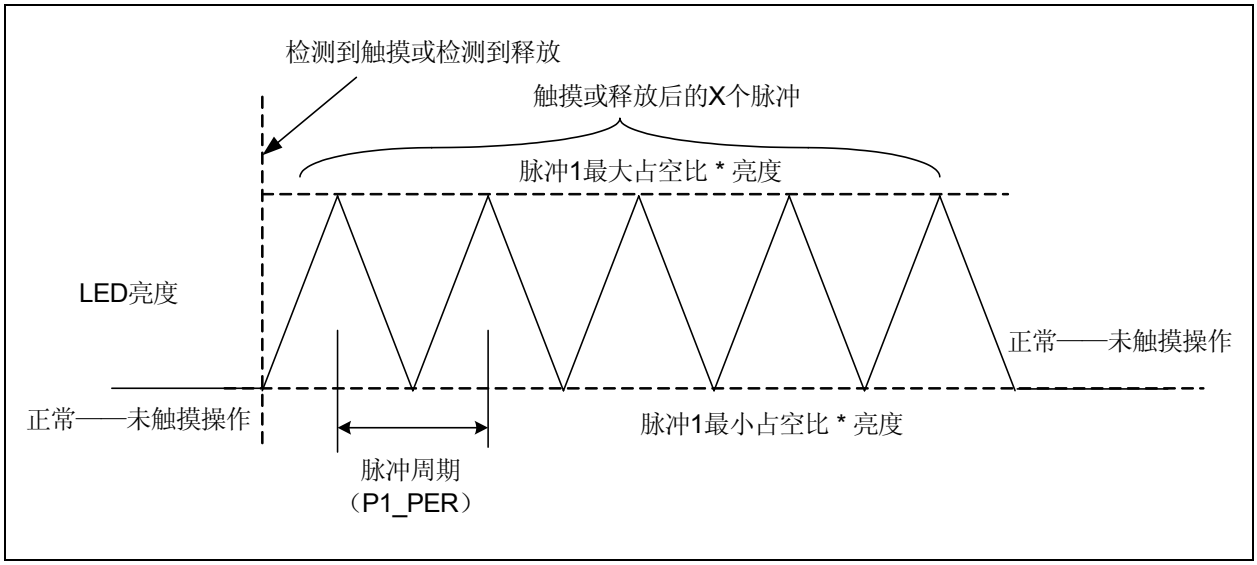


表6-54： LED脉冲/呼吸周期示例

设置（十六进制）	设置（十进制）	总呼吸/脉冲周期（ms）
00h	0	32
01h	1	32
02h	2	64
03h	3	96
. . .	. . .	. . .
7Dh	125	4000
7Eh	126	4032
7Fh	127	4064

© 2014 Microchip Technology Inc.

6.33 LED脉冲2周期寄存器

表6-55： LED脉冲2周期寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
85h	R/W	LED脉冲2周期	-	P2_PER6	P2_PER5	P2_PER4	P2_PER3	P2_PER2	P2_PER1	P2_PER0	14h

LED脉冲周期2寄存器决定了由LED_CTL寄存器（见表6-52——设置10b）确定的脉冲操作的总周期。LSB代表32 ms，因此设置为18h（24d）代表周期为768 ms。总范围为32 ms至4.064s（见表6-54），默认值为640 ms。

应用注释： 由于LED驱动PWM操作的限制，可能无法实现短于160 ms（05h）的呼吸周期。器件将以周期设置和最小/最大占空比设置所能确定的最小周期进行呼吸。

同相极性（LEDx_POL = 1）时的脉冲2行为如图6-3所示，反相极性（LEDx_POL = 0）时的脉冲2行为如图6-4所示。

图6-3： *同相极性时的脉冲2行为*

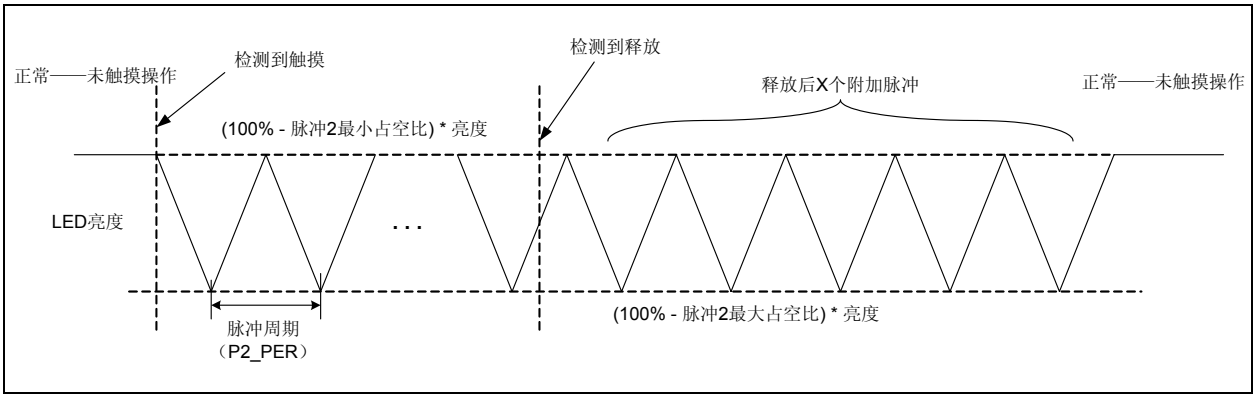
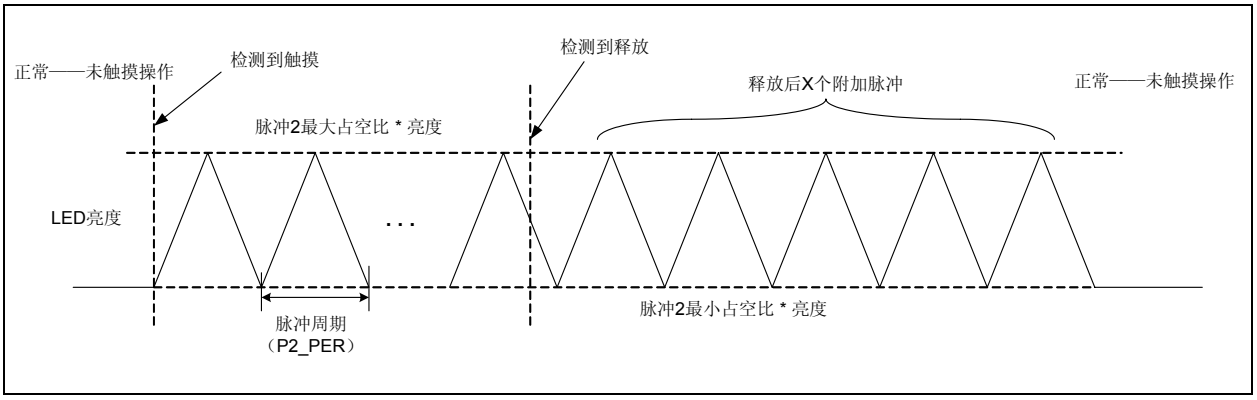


图6-4： *反相极性时的脉冲2行为*



6.34 LED呼吸周期寄存器

表6-56： LED呼吸周期寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
86h	R/W	LED呼吸周期	-	BR_PER6	BR_PER5	BR_PER4	BR_PER3	BR_PER2	BR_PER1	BR_PER0	5Dh

LED呼吸周期寄存器决定了由LED_CTL寄存器（见表6-52——设置11b）确定的呼吸操作的总周期。LSB代表32 ms，因此设置为18h（24d）代表周期为768 ms。总范围为32 ms至4.064s（见表6-54），默认值为2976 ms。

应用注释： 由于LED驱动PWM操作的限制，可能无法实现短于160 ms（05h）的呼吸周期。器件将以周期设置和最小/最大占空比设置所能确定的最小周期进行呼吸。

6.35 LED配置寄存器

表6-57： LED配置寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
88h	R/W	LED配置	-	RAMP_ALERT	PULSE2_CNT[2:0]			PULSE1_CNT[2:0]			04h

LED配置寄存器控制一般LED行为以及针对脉冲LED输出行为发送的脉冲数。

Bit 6——RAMP_ALERT——确定在由LED输出控制寄存器位执行的LED完成其相应行为后，器件是否将ALERT#引脚置为有效。仅当由于写入LED输出控制寄存器而产生LED活动时才生成中断。LED行为完成后，任何与触摸检测关联的LED活动均不会引发中断。

- “0”（默认值）——在由LED输出控制寄存器执行的LED完成编程的行为后，不将ALERT#引脚置为有效。
- “1”——只要由LED输出控制寄存器执行的任何LED完成编程的行为，就会将ALERT#引脚置为有效。

Bit 5 - 3——PULSE2_CNT[2:0]——确定用于脉冲2行为的脉冲数，如表6-58所示。

Bit 2 - 0——PULSE1_CNT[2:0]——确定用于脉冲1行为的脉冲数，如表6-58所示。

表6-58： PULSEX_CNT解码

PULSEX_CNT[2:0]			呼吸数
2	1	0	
0	0	0	1（默认值 - 脉冲2）
0	0	1	2
0	1	0	3
0	1	1	4
1	0	0	5（默认值 - 脉冲1）
1	0	1	6
1	1	0	7
1	1	1	8

© 2014 Microchip Technology Inc.

6.36 LED占空比寄存器

表6-59： LED占空比寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
90h	R/W	LED脉冲1占空比	P1_MAX_DUTY[3:0]				P1_MIN_DUTY[3:0]				F0h
91h	R/W	LED脉冲2占空比	P2_MAX_DUTY[3:0]				P2_MIN_DUTY[3:0]				F0h
92h	R/W	LED呼吸占空比	BR_MAX_DUTY[3:0]				BR_MIN_DUTY[3:0]				F0h
93h	R/W	直接占空比	DR_MAX_DUTY[3:0]				DR_MIN_DUTY[3:0]				F0h

LED占空比寄存器确定用于每个LED行为的最小和最大占空比设置。这些设置会影响LED完全熄灭和完全点亮时的亮度。

LED驱动器占空比将从最小占空比斜升至最大占空比然后再减小。

应用注释： 在直接行为模式下工作时，对占空比设置的更改将立即生效。在呼吸、脉冲1或脉冲2模式下工作时，必须停止执行LED再重新执行之后才能处理对行为的更改。

Bit 7 - 4——X_MAX_DUTY[3:0]——确定LED驱动器的最大PWM占空比，如表6-60所示。

Bit 3 - 0——X_MIN_DUTY[3:0]——确定LED驱动器的最小PWM占空比，如表6-60所示。

表6-60： LED占空比解码

x_MAX/MIN_Duty [3:0]				最大占空比	最小占空比
3	2	1	0		
0	0	0	0	7%	0%
0	0	0	1	9%	7%
0	0	1	0	11%	9%
0	0	1	1	14%	11%
0	1	0	0	17%	14%
0	1	0	1	20%	17%
0	1	1	0	23%	20%
0	1	1	1	26%	23%
1	0	0	0	30%	26%
1	0	0	1	35%	30%
1	0	1	0	40%	35%
1	0	1	1	46%	40%
1	1	0	0	53%	46%
1	1	0	1	63%	53%
1	1	1	0	77%	63%
1	1	1	1	100%	77%

6.37 LED直接斜坡速率寄存器

表6-61： LED直接斜坡速率寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
94h	R/W	LED直接斜坡速率	-	-	RISE_RATE[2:0]			FALL_RATE[2:0]			00h

LED直接斜坡速率寄存器控制着配置为在直接行为模式下工作的LED的上升沿和下降沿时间。上升沿时间对应于LED从最小占空比转换至最大占空比所需的时间。相反，下降沿时间对应于LED从最大占空比转换至最小占空比所需的时间。

Bit 5 - 3——RISE_RATE[2:0]——确定LED从最小驱动状态切换至最大驱动状态时的上升沿时间，如表6-62所示。

Bit 2 - 0——FALL_RATE[2:0]——确定LED从最大驱动状态切换至最小驱动状态时的下降沿时间，如表6-62所示。

表6-62： 上升/下降速率解码

RISE_RATE/FALL_RATE/位解码			上升/下降时间（T_{RISE}/T_{FALL}）
2	1	0	
0	0	0	0
0	0	1	250 ms
0	1	0	500 ms
0	1	1	750 ms
1	0	0	1s
1	0	1	1.25s
1	1	0	1.5s
1	1	1	2s

6.38 LED关断延时寄存器

表6-63： LED关断延时寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
95h	R/W	LED关断延时寄存器	-	BR_OFF_DLY[2:0]			DIR_OFF_DLY[3:0]				00h

LED关断延时寄存器确定LED开始斜降之前保持最大占空比（或最小占空比，取决于极性控制）的时间。如果LED在呼吸模式下工作，则在每次“呼吸”的顶端应用此延时。如果LED在直接模式下工作，则在停止执行LED时应用此延时。

Bit 6 - 4——BR_OFF_DLY[2:0]——确定呼吸行为模式关断延时，即处于呼吸行为模式下的LED在完成呼吸脉冲（斜升和斜降）之后保持非活动状态的时间，如图6-5（同相极性LEDx_POL = 1）和图6-6（反相极性LEDx_POL = 0）所示。表6-64列出了可用设置。

© 2014 Microchip Technology Inc.

图6-5： *同相极性时的呼吸行为*

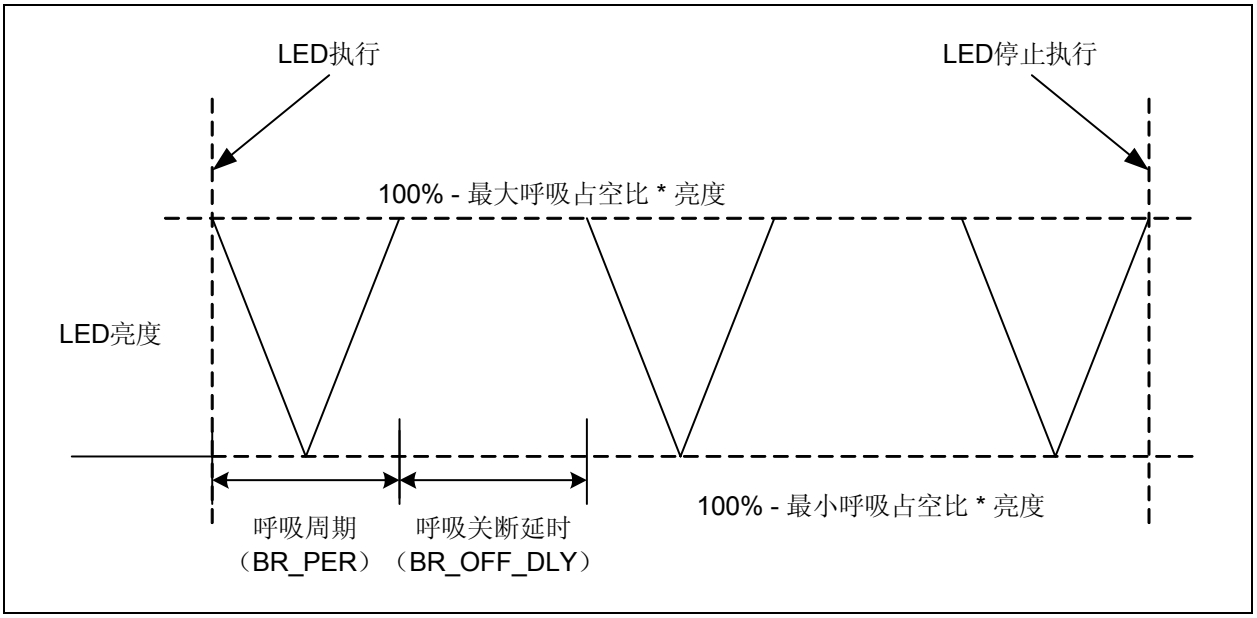


图6-6： *反相极性时的呼吸行为*

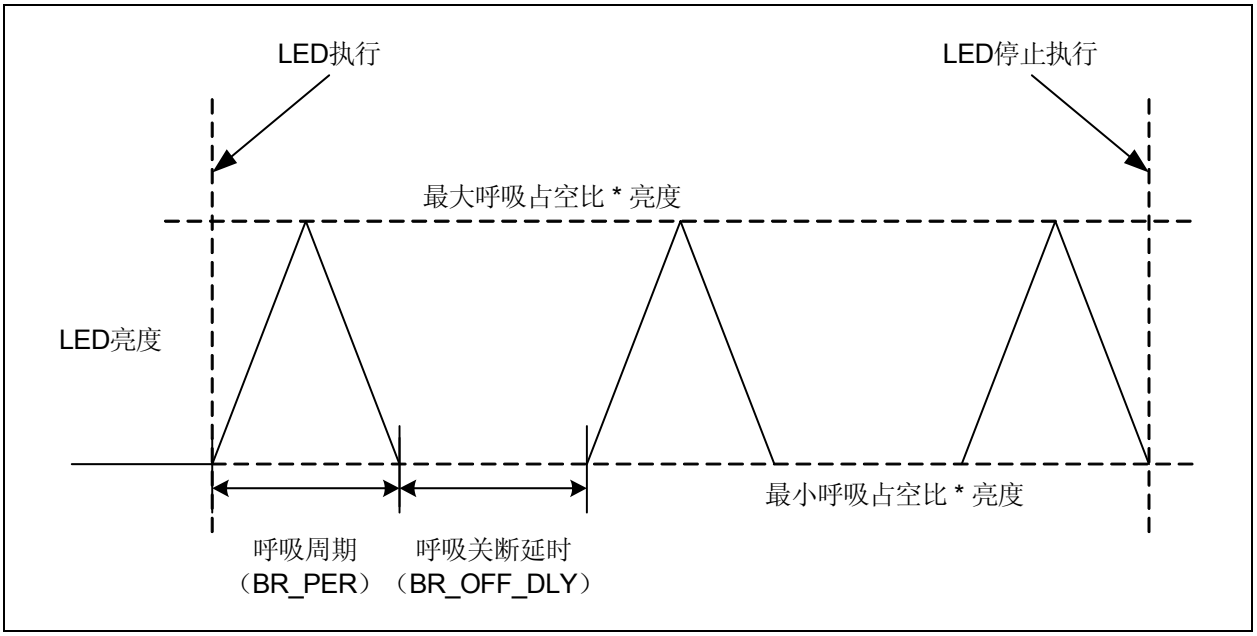


表6-64： 呼吸关断延时设置

BR_OFF_DLY[2:0]			关断延时
2	**1**	**0**	
0	0	0	0（默认值）
0	0	1	0.25s
0	1	0	0.5s
0	1	1	0.75s

表6-64： 呼吸关断延时设置（续）

BR_OFF_DLY[2:0]			关断延时
2	1	0	
1	0	0	1s
1	0	1	1.25s
1	1	0	1.5s
1	1	1	2s

Bit 3 - 0——DIR_OFF_DLY[3:0]——确定所有配置为在直接行为模式下工作的LED的关断延时，如表6-65所示。

直接行为工作由编程的上升时间、下降时间、最小和最大占空比、关断延时以及极性共同决定。图 6-7 给出了同相极性（LEDx_POL = 1）的行为，图6-8给出了反相极性（LEDx_POL = 0）的行为。

图6-7： *同相极性时的直接行为*

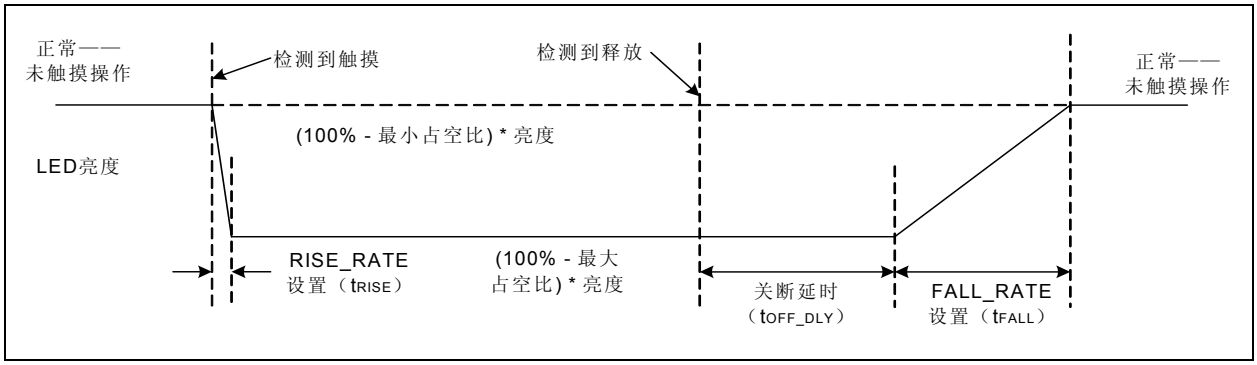


图6-8： *反相极性时的直接行为*

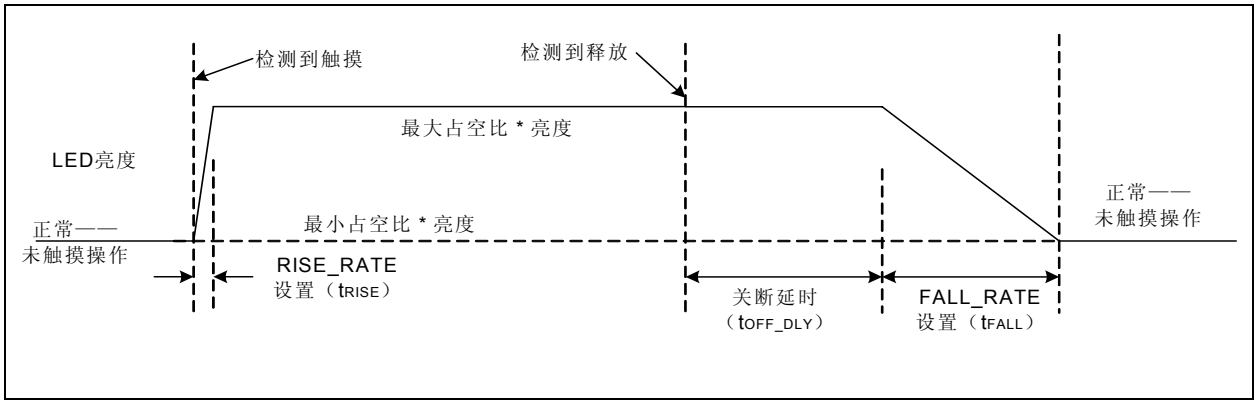


表6-65： 关断延时解码

OFF Delay[3:0]位解码				关断延时（t_{OFF_DLY}）
3	2	1	0	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	250 ms
0	0	1	0	500 ms
0	0	1	1	750 ms

© 2014 Microchip Technology Inc.

表6-65： 关断延时解码（续）

OFF Delay[3:0]位解码				关断延时（t_{OFF_DLY}）
3	**2**	**1**	**0**	
0	1	0	0	1s
0	1	0	1	1.25s
0	1	1	0	1.5s
0	1	1	1	2s
1	0	0	0	2.5s
1	0	0	1	3.0s
1	0	1	0	3.5s
1	0	1	1	4.0s
1	1	0	0	4.5s
所有其他				5.0s

6.39 传感器输入校准寄存器

表6-66： 传感器输入校准寄存器

地址	寄存器	R/W	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
B1h	传感器输入1校准	R	CAL1_9	CAL1_8	CAL1_7	CAL1_6	CAL1_5	CAL1_4	CAL1_3	CAL1_2	00h
B2h	传感器输入2校准	R	CAL2_9	CAL2_8	CAL2_7	CAL2_6	CAL2_5	CAL2_4	CAL2_3	CAL2_2	00h
B3h	传感器输入3校准	R	CAL3_9	CAL3_8	CAL3_7	CAL3_6	CAL3_5	CAL3_4	CAL3_3	CAL3_2	00h
B4h	传感器输入4校准	R	CAL4_9	CAL4_8	CAL4_7	CAL4_6	CAL4_5	CAL4_4	CAL4_3	CAL4_2	00h
B5h	传感器输入5校准	R	CAL5_9	CAL5_8	CAL5_7	CAL5_6	CAL5_5	CAL5_4	CAL5_3	CAL5_2	00h
B6h	传感器输入6校准	R	CAL6_9	CAL6_8	CAL6_7	CAL6_6	CAL6_5	CAL6_4	CAL6_3	CAL6_2	00h
B7h	传感器输入7校准	R	CAL7_9	CAL7_8	CAL7_7	CAL7_6	CAL7_5	CAL7_4	CAL7_3	CAL7_2	00h
B8h	传感器输入8校准	R	CAL8_9	CAL8_8	CAL8_7	CAL8_6	CAL8_5	CAL8_4	CAL8_3	CAL8_2	00h
B9h	传感器输入校准 LSB 1	R	CAL4_1	CAL4_0	CAL3_1	CAL3_0	CAL2_1	CAL2_0	CAL1_1	CAL1_0	00h
BAh	传感器输入校准 LSB 2	R	CAL8_1	CAL8_0	CAL7_1	CAL7_0	CAL6_1	CAL6_0	CAL5_1	CAL5_0	00h

传感器输入校准寄存器保存表示上次校准值的10位值。

6.40 产品ID寄存器

表6-67： 产品ID寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
FDh	R	产品ID	0	1	0	1	0	0	0	0	50h

产品ID寄存器存储用于标识器件的惟一8位值。

6.41 制造商ID寄存器

表6-68： 供应商ID寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
FEh	R	制造商ID	0	1	0	1	1	1	0	1	5Dh

供应商ID寄存器存储代表Microchip的8位值。

6.42 版本寄存器

表6-69： 版本寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
FFh	R	版本	1	0	0	0	0	0	1	1	83h

版本寄存器存储代表器件版本的8位值。

© 2014 Microchip Technology Inc.

7.0 封装信息

注：	最新封装图请至http://www.microchip.com/packaging查看Microchip封装规范。

7.1 CAP1188封装图

图7-1： *CAP1188封装图——24引脚QFN 4 mm x 4 mm*

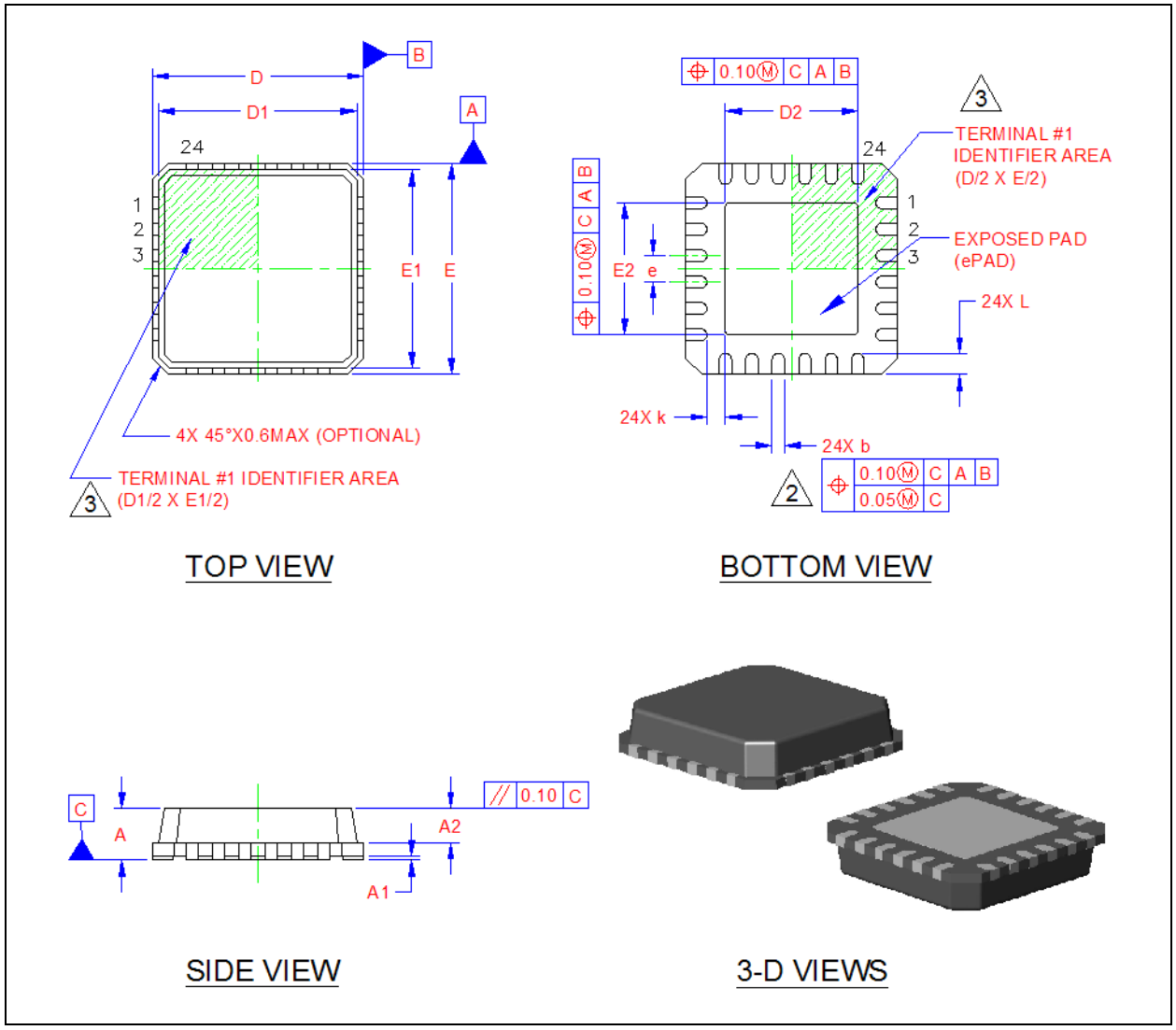
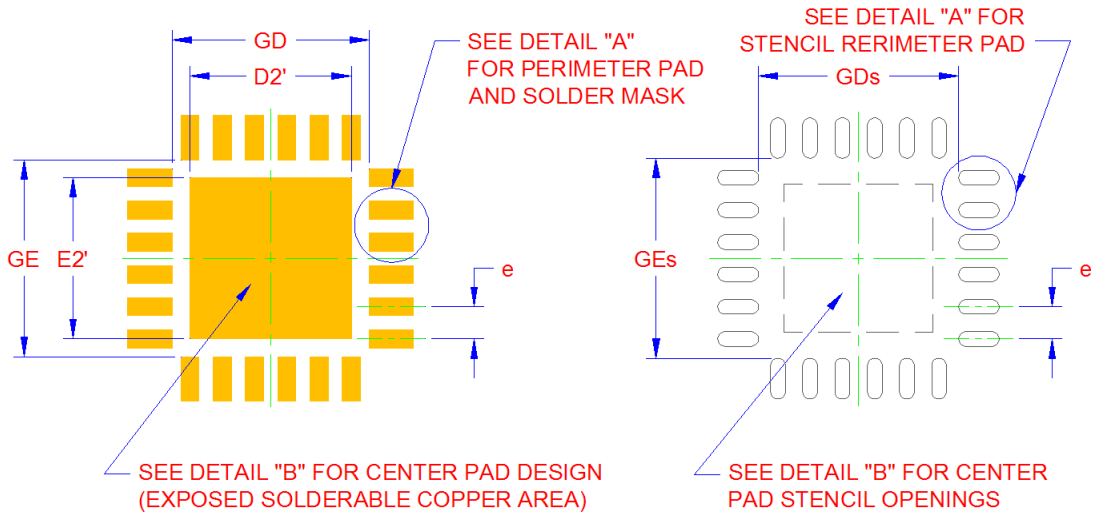


图7-2： *CAP1188封装尺寸——24引脚QFN 4 mm x 4 mm*

COMMON DIMENSIONS					
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE	REMARK
A	0.70	0.85	1.00	-	OVERALL PACKAGE HEIGHT
A1	0	0.02	0.05	-	STANDOFF
A2	-	-	0.90	-	MOLD CAP THICKNESS
D/E	3.90	4.00	4.10	-	X/Y BODY SIZE
D1/E1	3.55	3.75	3.95	-	X/Y MOLD CAP SIZE
D2/E2	2.40	2.50	2.60	-	X/Y EXPOSED PAD SIZE
L	0.30	0.40	0.50	-	TERMINAL LENGTH
b	0.18	0.25	0.30	2	TERMINAL WIDTH
k	0.25	-	-	-	PIN TO ePAD CLEARANCE
e	0.50 BSC			-	TERMINAL PITCH

NOTES:
1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. DIMENSIONS "b" APPLIES TO PLATED TERMINALS AND IT IS MEASURED BETWEEN 0.15 AND 0.30 mm FROM THE TERMINAL TIP.
3. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE AREA INDICATED.

图7-3： *CAP1188 PCB焊盘图案和钢网——24引脚QFN 4 mm x 4 mm*



© 2014 Microchip Technology Inc.

图7-4： *CAP1188 PCB细节A——24引脚QFN 4 mm x 4 mm*

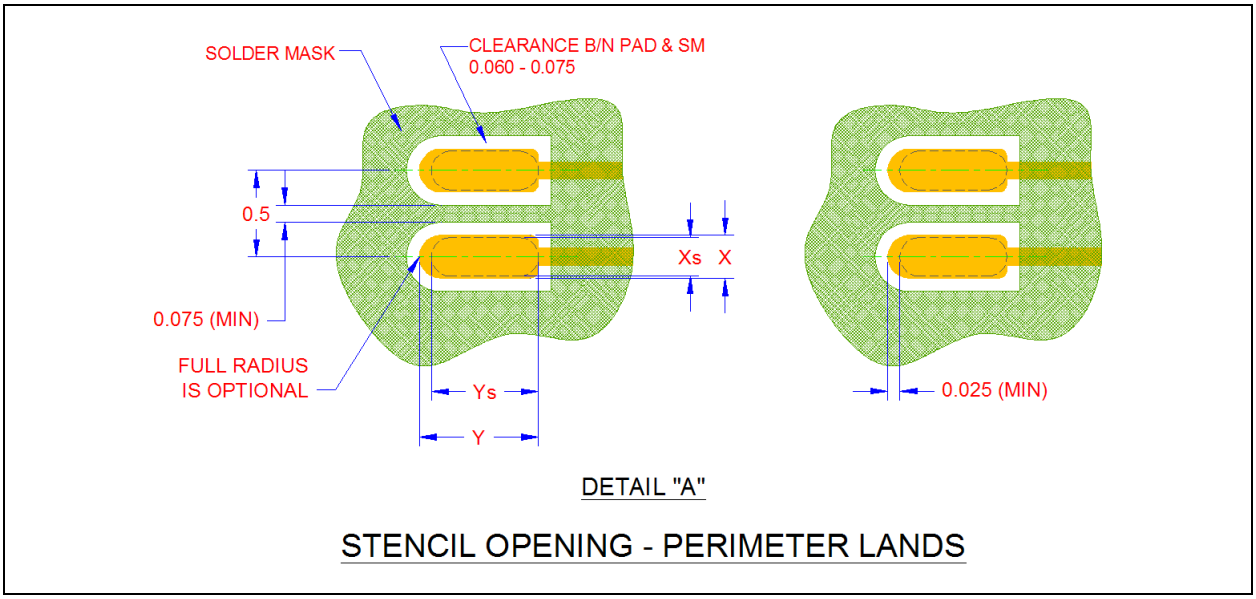


图7-5： *CAP1188 PCB细节B——24引脚QFN 4 mm x 4 mm*

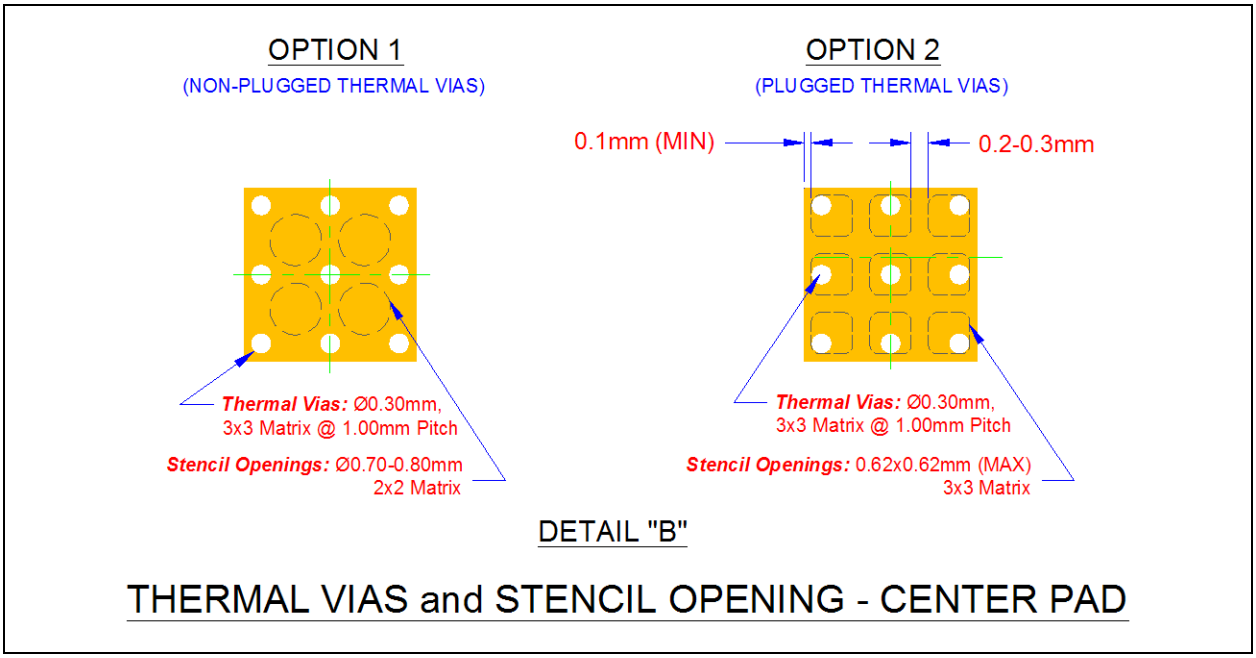


图7-6： *CAP1188焊盘尺寸——24引脚QFN 4 mm x 4 mm*

LAND PATTERN DIMENSIONS			
SYMBOL	MIN	NOM	MAX
GD/GE	3.05	-	3.10
GDs/GEs	3.10	-	-
D2'/E2'	-	2.50	2.50
Pad: X	-	0.28	0.28
Stencil: Xs	-	0.23	0.25
Pad: Y	-	0.69	0.69
Stencil: Ys	-	0.62	0.64
e		0.50	

图7-7： *QFN应用注释*

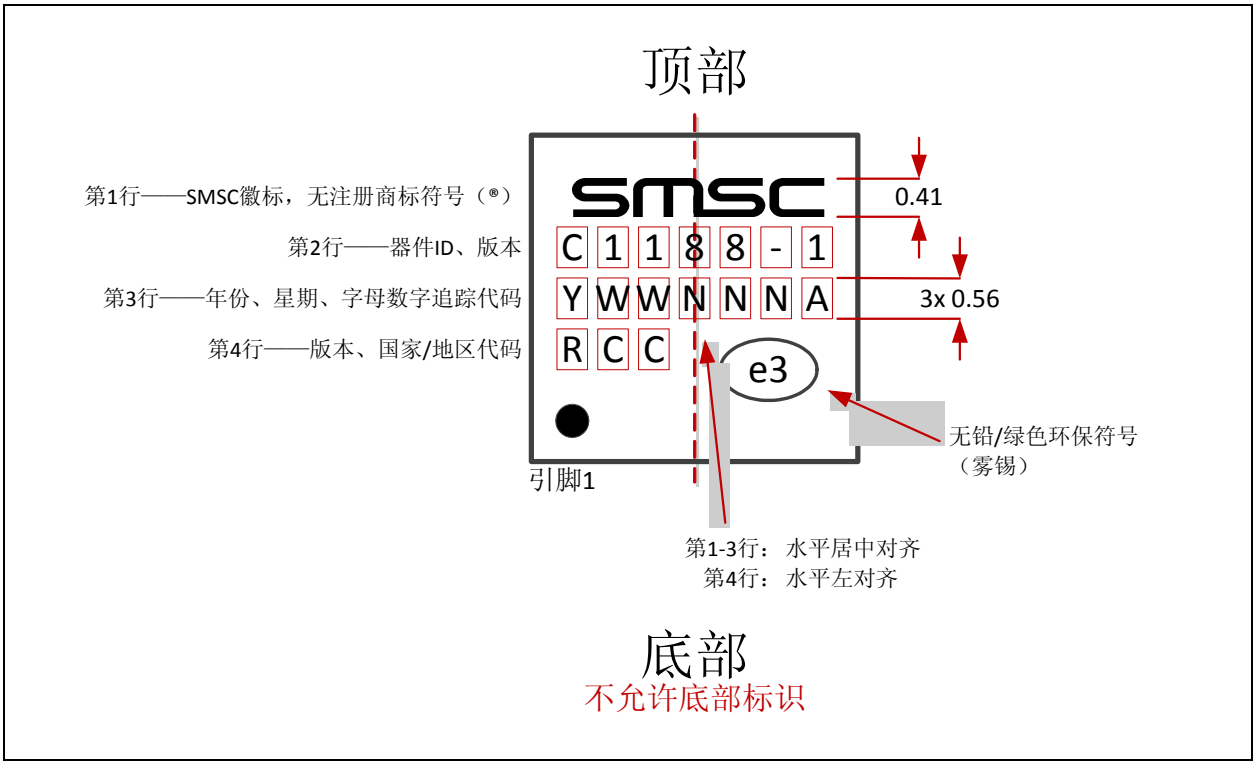
SMT APPLICATION NOTES (QFN)

1. THE USER MAY MODIFY THE PCB LAND PATTERN DIMENSIONS BASED ON THEIR EXPERIENCE AND/OR PROCESS CAPABILITY.
2. THE LAND PATTERN CORRESPONDING TO THE PACKAGE EXPOSED PAD (IN THE CENTER) CAN BE LARGER, AND WITH DIFFERENT SHAPE THAN THE EXPOSED PAD ON THE PACKAGE. HOWEVER, THE SOLDERABLE AREA, AS DEFINED BY THE SOLDER MASK (SMD), OR NON-SOLDER MASK DEFINED (NSMD), SHOULD BE AS SHOWN FOR THE BEST THERMAL & ELECTRICAL PERFORMANCE.
3. MAXIMUM THERMAL AND ELECTRICAL PERFORMANCE IS ACHIEVED WHEN AN ARRAY OF SOLID VIAS IS INCORPORATED IN THE CENTER LAND PATTERN. (See Options 1 & 2)
4. THE VIAS SHOULD BE AT 0.8 to 1.2MM PITCH WITH 0.30 TO 0.40MM DIAMETER, AND 1 OZ COPPER VIA BARREL PLATING.
5. NON SOLDER MASK DEFINED (NSMD) PAD DESIGN IS RECOMMENDED FOR PERIMETER LANDS.
6. A LASER-CUT STAINLESS STEEL STENCIL IS RECOMMENDED WITH ELECTRO POLISHED TRAPEZOIDAL WALLS. THE RECOMMENDED STENCIL THICKNESS IS 0.125 mm FOR PITCHES 0.4 and 0.5 mm.
7. RECOMMENDED STENCIL AREA & ASPECT RATIOS ARE 0.66 & 1.5 (MIN) RESPECTIVELY.
8. RECOMMENDED STENCIL APERTURES ARE AS SHOWN.
9. IT IS RECOMMENDED TO USE "NO-CLEAN", TYPE 3 SOLDER PASTE.
10. THE REFLOW PROFILE DEPENDS ON THE EXACT SOLDER PASTE USED AND THE GIVEN BOARD DETAILS, SUCH AS GEOMETRY, COMPONENTS ETC.

© 2014 Microchip Technology Inc.

7.2 封装标识

图7-8： *CAP1188封装标识*



附录A： 器件差异

A.1 CAP1188与CAP1088的差异

1. 更新了电路以改善电源抑制。
2. 更新了LED驱动器占空比解码值，以使更多值分布在低值区——更接近于对数曲线。请参见表6-60，“LED占空比解码”。
3. 修正了呼吸周期超过2.6s时出错的缺陷。这包括超过1.5s的上升/下降时间解码。
4. 增加了针对RESET引脚的滤波功能，以防止错误复位。
5. 更新了控制功能，以便通过使能RESET引脚将器件置于可用的最低功耗状态并在释放时引起中断。请参见第5.2节“RESET引脚”。
6. LED关断延时寄存器（见第6.38节“LED关断延时寄存器”）增加了1个位，将时间从2s延长至5s（0.5s间隔）。
7. 修改了呼吸行为。LED 关断延时寄存器（见第 6.38 节“LED 关断延时寄存器”）增加了呼吸关断延时控制，使LED可配置为在两次呼吸之间保持非活动状态。
8. 增加了对LED与电容式传感器输入链接时的LED转换效果的控制。请参见第6.29节“已链接LED转换控制寄存器”。
9. 增加了对“镜像”LED占空比输出的控制，以便在极性变化时，LED亮度显现正确。当极性位置1时，这些位将自动置1。增加了中断此自动置1行为的控制。请参见第6.30节“LED镜像控制寄存器”。
10. 增加了多重触摸模式检测电路。请参见第6.15节“多重触摸模式配置寄存器”。
11. 增加了一般状态寄存器以标记多重触摸、多重触摸模式问题和一般触摸检测。请参见第6.2节“状态寄存器”。
12. 重新校准配置寄存器增加了bit 6和bit 5（2Dh——见第6.17节“重新校准配置寄存器”）。这两个位控制当噪声状态位置1时是否将中间数据的累积和连续负增量计数计数器清零。
13. 增加了配置2寄存器用于LED链接控制、噪声检测控制和按压（非释放）时的中断控制。增加了用于更改报警引脚极性的控制。请参见第6.6节“配置寄存器”。
14. 更新了深度休眠行为，使器件在接收到通信后不清零DSLEEP位，而是唤醒以进行通信。
15. 更改了LED驱动器的PWM频率。PWM频率来自编程的呼吸周期和占空比设置，范围约为4 Hz至8000 Hz。PWM频率已更新为固定值，约为2000 Hz。
16. 寄存器差异：

表A.1 CAP1188与CAP1088的寄存器差异

地址	寄存器差异	差异	默认值
00h 第32页	更改了主状态/控制	增加了用于控制增益的bit 7-6	00h
02h 第33页	新增一般状态	新增用于存储MTP、MULT、LED、RESET和一般TOUCH位的寄存器	00h
44h 第37页	新增配置2	新增用于控制报警极性、LED触摸链接行为、LED输出行为、噪声检测和释放时中断的寄存器	40h
24h 第40页	更改了平均值计算控制	更新了寄存器位——移动了SAMP_AVG[2:0]位并增加了SAMP_TIME bit 1。更改了默认值	39h
2Bh 第44页	新增多重触摸模式配置	新增多重触摸模式配置寄存器——使能和阈值设置	80h

© 2014 Microchip Technology Inc.

表A.1 CAP1188与CAP1088的寄存器差异（续）

地址	寄存器差异	差异	默认值
2Dh 第45页	新增多重触摸模式寄存器	新增多重触摸模式检测电路寄存器——传感器输入的模式或数量	FFh
2Fh 第45页	更改了重新校准配置	更新了寄存器——更新了CAL_CFG位解码以增加128个平均值设置，删除了最高时间设置。更改了默认值。增加了bit 6 NO_CLR_INTD和bit 5 NO_CLR_NEG。	8Ah
38h 第47页	更改了传感器输入噪声阈值	更新了寄存器位——删除了bit 7 - 3，并将所有控制合并到bit 1 - 0。这些位将设置所有通道的噪声阈值。更改了默认值	01h
39h	删除了噪声阈值寄存器2	删除了寄存器	n/a
41h 第48页	更改了待机配置	更新了寄存器位——移动了STBY_AVG[2:0]位并增加了STBY_TIME bit 1。更改了默认值	39h
77h 第54页	新增已链接LED转换控制	新增寄存器，用于控制当LED链接到传感器输入时的转换效果	00h
79h 第55页	新增LED镜像控制	新增用于控制LED输出镜像的寄存器，可在极性变化时控制亮度	00h
90h 第61页	更改了LED脉冲1占空比	更改了位解码，更符合对数曲线	F0h
91h 第61页	更改了LED脉冲2占空比	更改了位解码，更符合对数曲线	F0h
92h 第61页	更改了LED呼吸占空比	更改了位解码，更符合对数曲线	F0h
93h 第61页	更改了LED直接占空比	更改了位解码，更符合对数曲线	F0h
95h	增加了控制——LED关断延时	增加了bit 6-4 BR_OFF_DLY[2:0] 增加了bit 3 DIR_OFF_DLY[3]	00h
FDh 第66页	更改了产品ID	更改了CAP1188位解码	50h

附录B： 数据手册版本历史

版本	节/图/条目	修正
版本B	第7.2节“封装标识”	修改了图
版本A	版本A替换了先前的SMSC版本1.32（01-05-12）	
版本1.32（01-05-12）	表3-2，“电气规范”	增加了$t_{HD:DAT}$的条件。
	第4.2.7节“SMBus和I²C™兼容性”	重命名自“SMBus和I²C合规性”。 第一段添加了最后一句：“有关在 I²C 系统中使用CAP1188的信息，请参见Microchip AN14.0“I²C系统中的SMSC专用从器件”。” 增加了：CAP1188 支持频率为 400 kHz 的 I²C 快速模式。这覆盖了 100 kHz 的SMBus最大频率。
	第 6.4 节“传感器输入增量计数寄存器”	将负值电容从FFh更改为80h。
版本1.31（08-18-11）	第 4.3.3 节“SMBus 发送字节”	添加了应用注释：“发送字节”协议在深度休眠状态（即，DSLEEP位置1）下不起作用。
	第 4.3.4 节“SMBus 接收字节”	添加了应用注释：“接收字节”协议在深度休眠状态（即，DSLEEP位置1）下不起作用。
版本1.3（05-18-11）	第6.42节“版本寄存器”	将版本ID从82h更新为83h。
版本1.2（02-10-11）	第A.8节，“版本C（掩码B1）相对于版本 B（掩码 B0）的差异”	此节为新增。
	表 2-1，“CAP1188 引脚说明”	将“未使用的连接”列中的 ADDR_COMM 引脚值从“连接到地”更改为“n/a”。
	表3-2，“电气规范”	功能版本 B 中改进了 PSR。将 PSR 规范中的 ±100 个计数 /V（典型值）和 ±200 个计数 /V（最大值）更改为±3个计数/V和±10个计数/V。更新了条件。
	第5.5.2节“重新校准传感器输入”	以副标题的形式为每种重新校准增加了更多详细信息。
	第6.6节“配置寄存器”	配置2寄存器44h增加了bit 5 BLK_PWR_CTRL。 对于功能版本 B，TIMEOUT 位默认情况下置“1”；对于功能版本C，该位默认情况下置“0”。
	第6.42节“版本寄存器”	将寄存器FFh中的版本ID从81h更新为82h。
版本1.1（11-17-10）	文档	更新了功能版本 B。请参见第 A.7 节“版本 B（掩码 B0）与版本A（掩码A0）的差异”。
	封面	概述中增加了：“包含增强型传感器接近检测电路并提供相应支持。” 增加了以下功能： 针对寄生电容进行校准 针对系统噪声源的模拟滤波 “按住”功能，适用于音量调节之类的应用

© 2014 Microchip Technology Inc.

版本	节/图/条目	修正
	表3-2，“电气规范”	修改了电源抑制的条件，增加了以下内容： 采样时间 = 2.56 ms 平均值计算 = 1 负增量计数 = 禁止 所有其他参数为默认值
	第6.11节“校准激活寄存器”	更新了寄存器说明，以指示使用了哪种重新校准程序。
	第6.14节“多重触摸配置寄存器”	更新了寄存器说明，以指示将发生的情况。
	表6-34，“CSx_BN_TH位解码”	表标题从“阈值百分比设置”更改为“百分比阈值设置”。
版本1.0（06-14-10）	初始版本	

MICROCHIP 网站

Microchip 网站 （www.microchip.com）为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持** —— 数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持** —— 常见问题解答 （FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务** —— 产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、 Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录Microchip网站www.microchip.com。在“支持”（Support）下，点击“变更通知客户（Customer Change Notification）”服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 （FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 （FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 http://microchip.com/support 获得网上技术支持。

© 2014 Microchip Technology Inc.

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

器件编号	[X]	-	1	-	XXX	-	[X](1)
器件	温度范围				封装		卷带式选项

器件：	CAP1188				
温度范围：	空白	=	0°C至	+85°C	（扩展商业级）
封装：	CP = QFN				
卷带式选项：	TR	=	卷带式(1)		

示例：

CAP1188-1-CP-TR
24引脚QFN 4 mm x 4 mm（符合RoHS法规）
8 个电容式触摸传感器输入、8 个 LED 驱动器、专用唤醒、复位和 SMBus/BC-Link/SPI 接口
卷带尺寸为4,000片

注 1： 卷带式标识符仅出现在产品目录的部件编号描述中。该标识符用于订货目的，不会印刷在器件封装上。关于提供卷带式包装的封装选项，请咨询Microchip销售办事处。

请注意以下有关Microchip器件代码保护功能的要点：

- Microchip的产品均达到Microchip数据手册中所述的技术指标。
- Microchip确信：在正常使用的情况下，Microchip系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以Microchip数据手册中规定的操作规范来使用Microchip产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc.及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc.的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。**Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和／或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障Microchip免于承担法律责任，并加以赔偿。在Microchip知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、dsPIC、FlashFlex、KEELOQ、KEELOQ徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC32徽标、rfPIC、SST、SST徽标、SuperFlash和UNI/O均为Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MTP、SEEVAL和The Embedded Control Solutions Company均为Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Silicon Storage Technology为Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、BodyCom、chipKIT、chipKIT徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、SQI、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA和Z-Scale均为Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP是Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

GestIC和ULPP为Microchip Technology Inc.的子公司Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2014, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-63276-078-4

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO/TS 16949

Microchip位于美国亚利桑那州Chandler和Tempe与位于俄勒冈州Gresham的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了ISO/TS-16949:2009认证。Microchip的PIC® MCU与dsPIC® DSC、KEELOQ®跳码器件、串行EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了ISO 9001:2000认证。

© 2014 Microchip Technology Inc.

注：

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Pforzheim
Tel: 49-7231-424750

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Venice
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

03/25/14

© 2014 Microchip Technology Inc.