CAP1298

具有接近检测和信号保护功能的 8通道电容式触摸传感器

产品特性

数据手册

概述

CAP1298 是集成了 RightTouch® 技术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。每个传感器输入都经过校准以补偿系统寄生电容，并可自动重新校准以补偿微小的环境变化。

此外，CAP1298 可配置为检测一个或多个通道上的接近信号，同时可选的信号保护可降低噪声灵敏度并将接近检测天线与附近的导电表面（会使电场发生衰减）隔离。

CAP1298 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，某个状态位将置 1 并产生一个中断。

CAP1298 具有工作状态和待机状态，每种状态都有自己的传感器输入配置控制。组合状态允许使用传感器输入控制的组合，在此状态下可将一个或多个传感器输入用作按钮，而将其他传感器输入用作接近检测器。待机状态和组合状态下的功耗取决于使能的传感器输入数量以及平均值计算、采样时间和周期时间。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，器件将由通信唤醒。

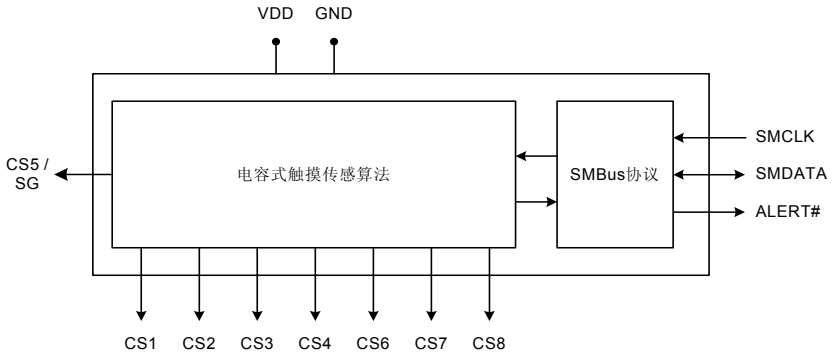
应用

- 台式机和笔记本电脑
- LCD 监视器
- 消费类电子产品
- 电器

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
  - — 针对寄生电容进行校准
  - — 每个按钮都具有单独阈值
- 接近检测
- 信号保护
  - — 隔离接近检测天线，防止衰减
  - — 降低系统噪声敏感度对输入的影响
- 多按钮模式检测
- 电源按钮支持
- “按住”功能，适用于音量调节之类的应用
- 3.3V 或 5V 电源
- 针对系统噪声源的模拟滤波
- RF 检测和回避滤波器
- 数字 EMI 阻止器
- 所有引脚的 ESD 额定值均为 8 kV（HBM）
- 低功耗工作
  - — 深度休眠状态下 5 µA 静态电流
  - — 待机状态下 50 µA 静态电流（监视 1 个传感器输入）
  - — 待机状态下可采样一个或多个通道
- 符合 SMBus/I²C 标准的通信接口
- 采用符合 RoHS 标准的 16 引脚 3 mm x 3 mm QFN 封装

框图



© 2014 Microchip Technology Inc.

订购信息：

订货号	封装	特性
CAP1298-1-A4-TR	16引脚QFN 3 mm x 3 mm（符合RoHS标准）	8个电容式触摸传感器输入，SMBus接口，SMBus地址0101_000（r/$\overline{w}$）。 接近检测和信号保护。

16引脚QFN封装的卷带尺寸为4,000片

本产品符合IEC61249-2-21规定的卤素最大浓度值

© 2014 Microchip Technology Inc.

目录

第1章 引脚说明 8

第2章 电气规范 10

第3章 通信 14
3.1 通信 14
3.2 系统管理总线 14
3.2.1 SMBus起始位 14
3.2.2 SMBus地址和RD/$\overline{WR}$位 14
3.2.3 SMBus数据字节 14
3.2.4 SMBus ACK和NACK位 14
3.2.5 SMBus停止位 15
3.2.6 SMBus超时 15
3.2.7 SMBus和I^2C™兼容性 15
3.3 SMBus协议 15
3.3.1 SMBus写字节 16
3.3.2 SMBus读字节 16
3.3.3 SMBus发送字节 16
3.3.4 SMBus接收字节 16
3.4 I^2C™协议 17
3.4.1 块读取 17
3.4.2 块写入 17

第4章 概述 18
4.1 功耗状态 19
4.2 复位 20
4.3 电容式触摸传感 20
4.3.1 电容式触摸传感设置 20
4.3.1.1 工作状态传感设置 20
4.3.1.2 待机状态传感设置 21
4.3.1.3 组合状态传感设置 21
4.3.2 传感周期 21
4.4 传感器输入校准 21
4.4.1 自动重新校准 22
4.4.2 负增量计数重新校准 22
4.4.3 延时的重新校准 23
4.5 接近检测 23
4.5.1 信号保护 23
4.6 电源按钮 23
4.7 多重触摸模式检测 24
4.8 噪声控制 24
4.8.1 低频噪声检测 24
4.8.2 RF噪声检测 24
4.8.3 噪声状态和配置 24
4.9 中断 25
4.9.1 ALERT#引脚 25
4.9.2 电容式传感器输入中断行为 25
4.9.3 电源按钮的中断 26
4.9.4 多重触摸模式检测的中断 26
4.9.5 传感器输入校准失败的中断 27
4.9.6 复位的中断 27

第5章 寄存器说明 28
5.1 主控制寄存器 31
5.2 状态寄存器 33
5.2.1 一般状态——02h 33
5.2.2 传感器输入状态——03h 34
5.3 噪声标志状态寄存器 34
5.4 传感器输入增量计数寄存器 35
5.5 灵敏度控制寄存器 36
5.6 配置寄存器 37
5.6.1 配置——20h 37
5.6.2 配置2——44h 38
5.7 传感器输入使能寄存器 39
5.8 传感器输入配置寄存器 39
5.9 传感器输入配置2寄存器 41
5.10 平均值计算和采样配置寄存器 42
5.11 校准激活和状态寄存器 44
5.12 中断允许寄存器 45
5.13 重复速率使能寄存器 45
5.14 信号保护使能寄存器 46
5.15 多重触摸配置寄存器 47
5.16 多重触摸模式配置寄存器 47
5.17 多重触摸模式寄存器 49
5.18 基准计数超限寄存器 50
5.19 重新校准配置寄存器 50
5.20 传感器输入阈值寄存器 52
5.21 传感器输入噪声阈值寄存器 52
5.22 待机通道寄存器 53
5.23 待机配置寄存器 54
5.24 待机灵敏度寄存器 55
5.25 待机阈值寄存器 56
5.26 传感器输入基准计数寄存器 56
5.27 电源按钮寄存器 57
5.28 电源按钮配置寄存器 58
5.29 传感器输入校准寄存器 59
5.30 校准灵敏度配置寄存器 60
5.31 产品ID寄存器 60
5.32 制造商ID寄存器 60
5.33 版本寄存器 61

第6章 封装信息 62
6.1 CAP1298封装图 62
6.2 封装标识 65

附录A 器件差异 66
A.1 CAP1128/CAP1188与CAP1298的差异 66

附录B 版本历史 69

© 2014 Microchip Technology Inc.

图片索引

图1.1 CAP1298-1引脚图（16引脚QFN） 8
图3.1 SMBus时序图 14
图4.1 CAP1298系统框图 19
图4.2 随缓慢上升的V_{DD}发生的POR和PORR以及随下降的V_{DD}发生的BOR 20
图4.3 信号保护 23
图4.4 传感器中断行为——已使能重复速率 26
图4.5 传感器中断行为——未使能重复速率 26
图6.1 CAP1298封装图——16引脚QFN 3 mm x 3 mm 62
图6.2 CAP1298封装尺寸——16引脚QFN 3 mm x 3 mm 63
图6.3 CAP1298 PCB焊盘图案和钢网——16引脚QFN 3 mm x 3 mm 64
图6.4 CAP1298-1封装标识 65

表格索引

表1.1 CAP1298引脚说明 8
表1.2 引脚类型 9
表2.1 绝对最大值 10
表2.2 电气规范 11
表3.1 协议格式 15
表3.2 写字节协议 16
表3.3 读字节协议 16
表3.4 发送字节协议 16
表3.5 接收字节协议 16
表3.6 块读取协议 17
表3.7 块写入协议 17
表4.1 理想基准计数 22
表5.1 寄存器集（按十六进制顺序） 28
表5.2 主控制寄存器 31
表5.3 功耗状态位改写 32
表5.4 GAIN和C_GAIN位解码 32
表5.5 状态寄存器 33
表5.6 噪声标志状态寄存器 34
表5.7 传感器输入增量计数寄存器 35
表5.8 灵敏度控制寄存器 36
表5.9 DELTA_SENSE位解码 36
表5.10 BASE_SHIFT位解码 37
表5.11 配置寄存器 37
表5.12 传感器输入使能寄存器 39
表5.13 传感器输入配置寄存器 39
表5.14 MAX_DUR位解码 40
表5.15 RPT_RATE位解码 40
表5.16 传感器输入配置2寄存器 41
表5.17 M_PRESS位解码 41
表5.18 平均值计算和采样配置寄存器 42
表5.19 AVG位解码 43
表5.20 SAMP_TIME位解码 43
表5.21 CYCLE_TIME位解码 43
表5.22 校准激活和状态寄存器 44
表5.23 中断允许寄存器 45
表5.24 重复速率使能寄存器 45
表5.25 信号保护使能寄存器 46
表5.26 多重触摸配置 47
表5.27 B_MULT_T位解码 47
表5.28 多重触摸模式配置 47
表5.29 MTP_TH位解码 48
表5.30 多重触摸模式寄存器 49
表5.31 基准计数超限寄存器 50
表5.32 重新校准配置寄存器 50
表5.33 NEG_DELTA_CNT位解码 51
表5.34 CAL_CFG位解码 51
表5.35 传感器输入阈值寄存器 52
表5.36 传感器输入噪声阈值寄存器 52
表5.37 CSx_BN_TH位解码 53
表5.38 待机通道寄存器 53
表5.39 待机配置寄存器 54
表5.40 STBY_AVG位解码 54

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.41 STBY_SAMP_TIME位解码 55
表5.42 STBY_CY_TIME位解码 55
表5.43 待机灵敏度寄存器 55
表5.44 STBY_SENSE位解码 56
表5.45 待机阈值寄存器 56
表5.46 传感器输入基准计数寄存器 56
表5.47 电源按钮寄存器 57
表5.48 PWR_BTN位解码 57
表5.49 电源按钮配置寄存器 58
表5.50 电源按钮时间位解码 58
表5.51 传感器输入校准寄存器 59
表5.52 校准灵敏度配置寄存器 60
表5.53 CALSENX位解码 60
表5.54 产品ID寄存器 60
表5.55 供应商ID寄存器 60
表5.56 版本寄存器 61
表A.1 寄存器差异 66
表B.1 版本历史 69

第1章 引脚说明

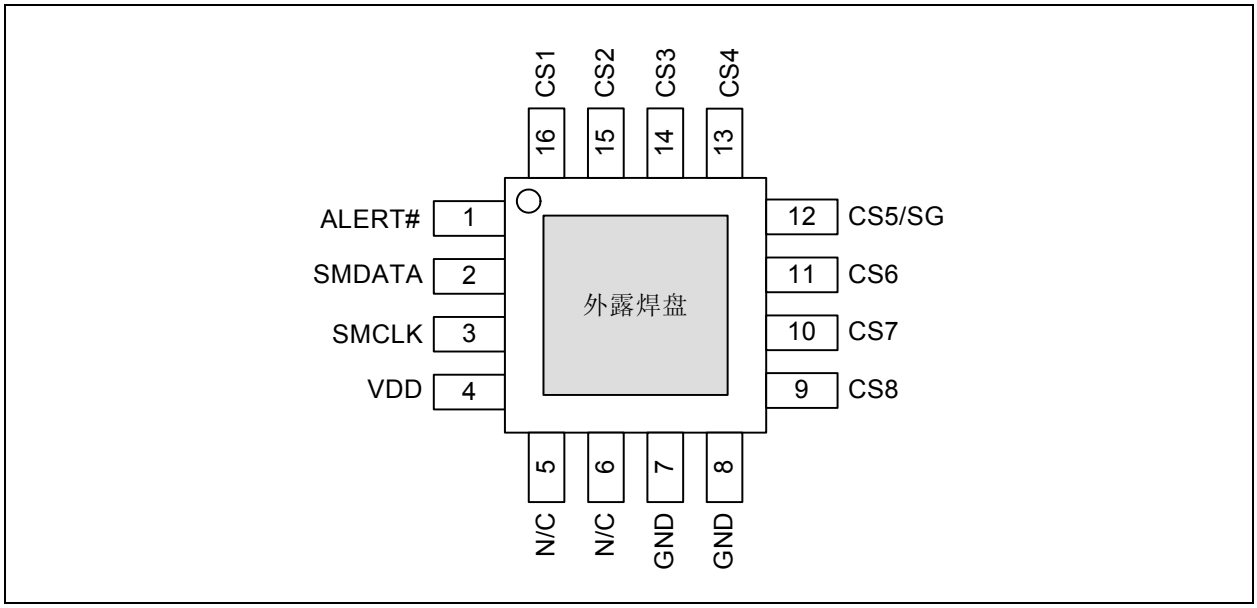


图1.1 CAP1298-1引脚图（16引脚QFN）

表1.1 CAP1298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	ALERT#	ALERT#——低电平有效报警/SMBus报警的中断输出	OD	连接到地
2	SMDATA	SMDATA——双向漏极开路SMBus或I^2C™数据——需要上拉电阻	DIOD	n/a
3	SMCLK	SMCLK——SMBus或I^2C时钟输入——需要上拉电阻	DI	n/a
4	VDD	正电源	电源	n/a
5	N/C	内部未连接	n/a	连接到地
6	N/C	内部未连接	n/a	连接到地
7	GND	地	电源	n/a
8	GND	地	电源	n/a
9	CS8	电容式触摸传感器输入8	AIO	连接到地
10	CS7	电容式触摸传感器输入7	AIO	连接到地

© 2014 Microchip Technology Inc.

表1.1 CAP1298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
11	CS6	电容式触摸传感器输入6	AIO	连接到地
12	CS5/SG	CS5——电容式触摸传感器输入5	AIO	连接到地
		SG——信号保护输出	AIO	悬空
13	CS4	电容式触摸传感器输入4	AIO	连接到地
14	CS3	电容式触摸传感器输入3	AIO	连接到地
15	CS2	电容式触摸传感器输入2	AIO	连接到地
16	CS1	电容式触摸传感器输入1	AIO	连接到地
底层焊盘	外露焊盘	内部未连接，但建议接地	-	-

应用注释： 所有数字引脚均为5V耐压引脚。

表1.2中介绍了引脚类型。

表1.2 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。

第2章 电气规范

表2.1 绝对最大值

VDD引脚上的电压	-0.3至6.5	V
CS引脚上相对于地的电压	-0.3至4.0	V
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（$\lvert V_{5VT_PIN} - V_{DD} \rvert$）（见注2.2）	0至3.6	V
除VDD外任意引脚的输入电流	±10	mA
输出短路电流	连续	N/A
T_A最高为85°C时16引脚QFN的封装功耗（见注2.3）	0.5	W
结点至环境（θ_{JA}）（见注2.4）	70	°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2.1 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2.2 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2.3 封装功耗规范假定采用建议的热过孔设计，该设计包含2 x 2矩阵的0.3 mm（12 mil）过孔，间距为1.0 mm，且连接到带1.6 x 1.6 mm散热焊盘的接地层。

注2.4 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}将更高。

© 2014 Microchip Technology Inc.

表2.2 电气规范

除非另有说明，否则V_{DD} = 3V至5.5V，T_A = 0°C至85°C，所有典型值均在T_A = 25°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		5.5	V	
电源电流	I_{STBY_DEF}		120	170	µA	待机状态有效 监视1个传感器输入 默认条件（8次平均值计算， 70 ms周期时间）
	I_{STBY_LP}		50		µA	待机状态有效 监视1个传感器输入 1次平均值计算， 140 ms周期时间
	I_{DSLEEP_3V}		5	待定	µA	深度休眠状态有效 无通信 T_A < 40°C 3.135 < V_{DD} < 3.465V
	I_{DSLEEP_5V}		待定	待定	µA	深度休眠状态有效 无通信 T_A < 40°C V_{DD} = 5V
	I_{DD}		500	750	µA	电容传感有效 禁止信号保护
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
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 禁止负增量计数 最大灵敏度 所有其他参数为默认值
上电复位和欠压复位（见第4.2节“复位”）						
上电复位电压	V_{POR}		1	1.3	V	已定义引脚状态
上电复位释放电压	V_{PORR}		2.85		V	上升V_{DD} 由设计确保
欠压复位	V_{BOR}		2.8		V	下降V_{DD}
VDD上升率（确保内部POR信号）	SV_{DD}	0.05			V/ms	60 ms内0至3V

表2.2 电气规范（续）

除非另有说明，否则V_{DD} = 3V至5.5V，T_A = 0°C至85°C，所有典型值均在T_A = 25°C时测得。						
特性	**符号**	**最小值**	**典型值**	**最大值**	**单位**	**条件**
上电延时定时器周期	t_{PWRT}		10		ms	
欠压复位电压延时	t_{BORDC}	1			µs	V_{DD} = V_{BOR} - 1
时序						
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	
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
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
SG引脚						
电容驱动能力	C_{BASE_SG}	20		200	pF	电容接地
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	

© 2014 Microchip Technology Inc.

表2.2 电气规范（续）

除非另有说明，否则V_{DD} = 3V至5.5V，T_A = 0°C至85°C，所有典型值均在T_A = 25°C时测得。						
特性	**符号**	**最小值**	**典型值**	**最大值**	**单位**	**条件**
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

第3章 通信

3.1 通信

CAP1298使用SMBus或I²C协议进行通信。

3.2 系统管理总线

CAP1298通过SMBus与主机控制器（如MCHP 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3.1中显示了详细的时序图。支持SMCLK信号延长；但是，CAP1298不会延长时钟信号。

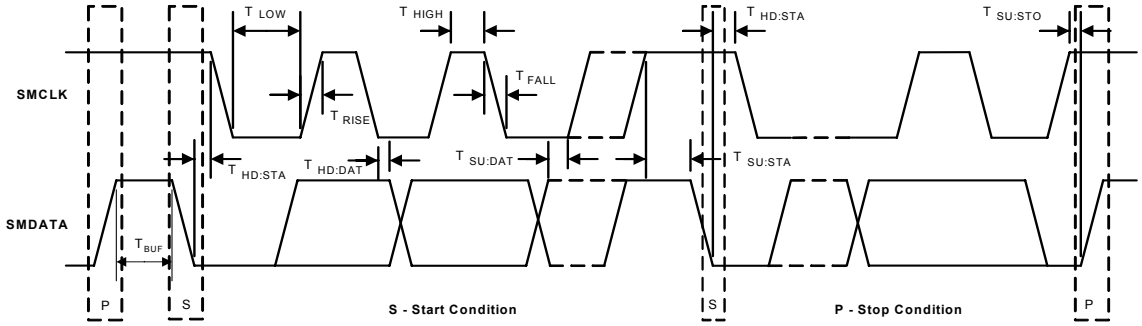


图3.1 SMBus时序图

3.2.1 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。

3.2.2 SMBus地址和RD/$\overline{\text{WR}}$位

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

CAP1298响应SMBus地址0101_000（r/w）。

3.2.3 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。

3.2.4 SMBus ACK和NACK位

SMBus客户端将应答其接收的所有数据字节。这通过客户端器件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）。

© 2014 Microchip Technology Inc.

3.2.5 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CAP1298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。

3.2.6 SMBus超时

CAP1298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5.6节“配置寄存器”）。

3.2.7 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。

1. CAP1298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. 如果时钟保持低电平的时间超过30 ms（超时条件），SMBus客户端协议将复位。这可在CAP1298中使能，方法是将配置寄存器中的TIMEOUT位置1。I²C没有超时功能。
4. 如果时钟线和数据线保持高电平的时间超过200 µs（空闲条件），SMBus客户端协议将复位。这可在CAP1298中使能，方法是将配置寄存器中的TIMEOUT位置1。I²C没有空闲条件。
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。CAP1298仅支持I²C格式。

3.3 SMBus协议

CAP1298兼容SMBus 2.0，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3.1中的约定。

表3.1 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

3.3.1 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3.2所示。

表3.2 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	0101_000	0	0	XXh	0	XXh	0	0 -> 1

3.3.2 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3.3所示。

表3.3 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	0101_000	0	0	XXh	0	1 -> 0	0101_000	1	0	XXh	1	0 -> 1

3.3.3 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3.4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3.4 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	0101_000	0	0	XXh	0	0 -> 1

3.3.4 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3.5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3.5 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	0101_000	1	0	XXh	1	0 -> 1

© 2014 Microchip Technology Inc.

3.4 I²C™ 协议

CAP1298支持I²C块读取和块写入。

下面列出的协议均使用表3.1中的约定。

3.4.1 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3.6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。内部地址指针将从FFh回绕到00h。

表3.6 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	0101_000	0	0	XXh	0	1 -> 0	0101_000	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

3.4.2 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3.7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。内部地址指针将从FFh回绕到00h。

表3.7 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	0101_000	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

第4章 概述

CAP1298 是一款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。每个传感器输入都经过校准以补偿系统寄生电容，并可自动重新校准以补偿微小的环境变化。

此外，CAP1298可配置为检测一个或多个通道上的接近信号，同时可选的信号保护可降低噪声灵敏度。

CAP1298 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，某个状态位将置1并产生一个中断。

CAP1298 具有工作状态和待机状态，每种状态都有自己的传感器输入配置控制。组合状态允许使用传感器输入控制的组合，在此状态下可将一个或多个传感器输入用作按钮，而将其他传感器输入用作接近检测器。待机状态和组合状态下的功耗取决于使能的传感器输入数量以及平均值计算、采样时间和周期时间。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，器件将由通信唤醒。

该器件通过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4.1显示了典型的系统框图。

© 2014 Microchip Technology Inc.

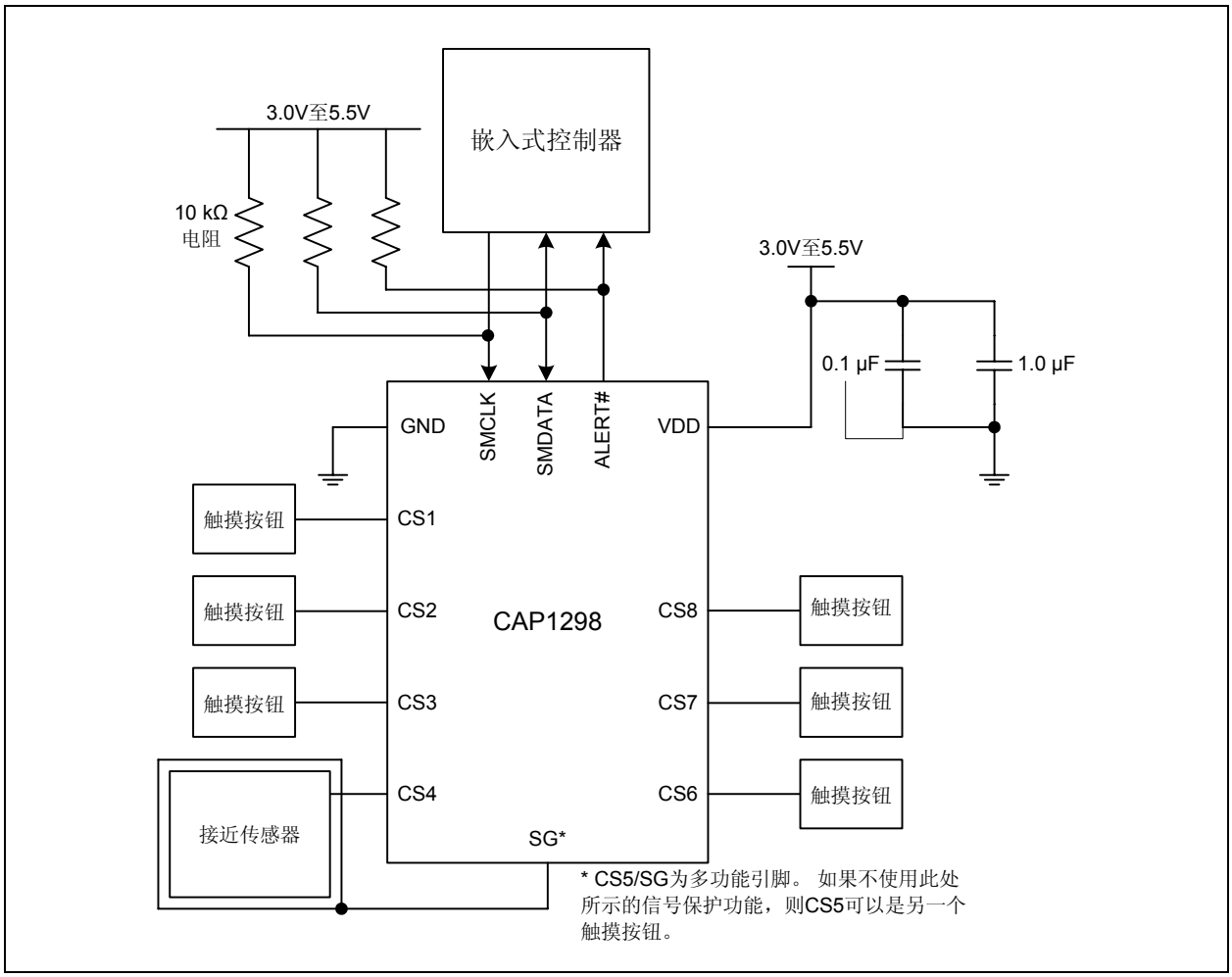


图4.1 CAP1298系统框图

4.1 功耗状态

CAP1298有4种功耗状态，具体取决于STBY、COMBO和DSLEEP位的状态（见第5.1节“主控制寄存器”）。当器件在不同的功耗状态间转换时，之前检测到的触摸（来自处于禁止状态的通道）将被清除，并且传感器输入状态位将复位。

1. 工作——正常工作模式。器件将监视在工作状态下使能的电容式传感器输入（见第5.7节“传感器输入使能寄存器”）。

2. 待机——当STBY位置1时，器件将监视在待机状态下使能的电容式传感器输入（见第5.22节“待机通道寄存器”）。仍可根据使能的通道产生中断。器件仍将正常响应通信，并且可通过清零STBY位恢复到工作状态。此状态下的功耗取决于使能的传感器输入数量以及平均值计算、采样时间和周期时间。

3. 组合——当COMBO位置1时，器件监视在工作状态下使能的电容式传感器输入以及在待机状态下使能的输入（因此称为“组合”）。仍可根据使能的通道产生中断。器件仍将正常响应通信，并且可通过清零 COMBO 位恢复到工作状态。此状态下的功耗取决于使能的传感器输入数量以及平均值计算、采样时间和周期时间。

4. 深度休眠——当DSLEEP位置1时，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。处于深度休眠状态时，CAP1298可被以该器件为目标的SMBus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。可通过清零DSLEEP位使器件恢复到工作状态。

4.2 复位

上电复位（Power-On Reset，POR）电路使器件保持在复位状态，直至V_{DD}达到可接受的最低工作电压（即上电复位释放电压（V_{PORR}））。上电延时定时器（PWRT）用于延长启动周期，直至满足器件的所有工作条件。在V_{DD}达到V_{PORR}后，上电延时定时器启动。图4.2显示了随缓慢上升的V_{DD}发生的POR和PORR。

当V_{DD}降至最低电平V_{BOR}的时间超过BOR复位延时（t_{BORDC}）时，欠压复位（Brown-Out Reset，BOR）电路使器件保持在复位状态。BOR后，当V_{DD}升至V_{PORR}以上时，上电延时定时器再次启动并且必须在复位释放前结束，如图4.2所示。

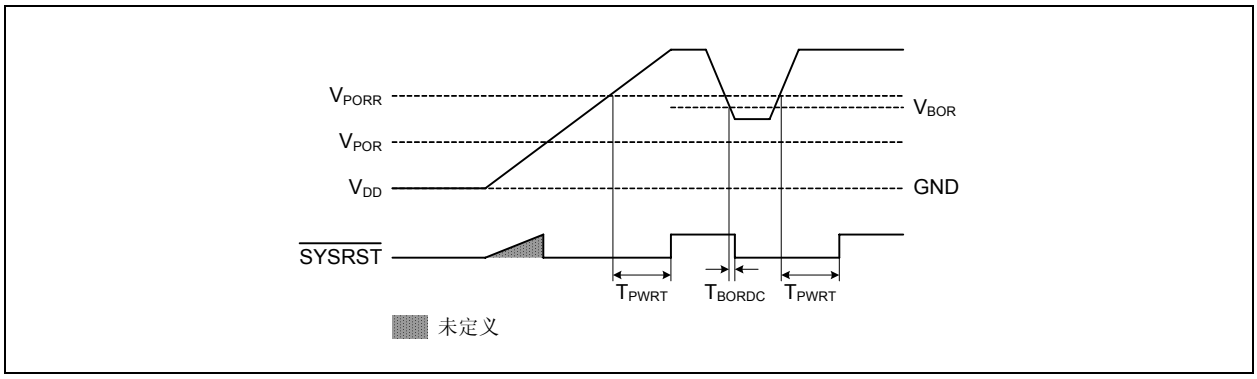


图4.2 随缓慢上升的V_{DD}发生的POR和PORR以及随下降的V_{DD}发生的BOR

4.3 电容式触摸传感

CAP1298 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。

4.3.1 电容式触摸传感设置

用于管理电容式触摸传感器输入的控制取决于功耗状态。

4.3.1.1 工作状态传感设置

工作状态用于正常工作。受监视的传感器输入由传感器输入使能寄存器（见第5.7节“传感器输入使能寄存器”）确定。灵敏度由灵敏度控制寄存器（见第5.5节“灵敏度控制寄存器”）控制。平均值计算、采样时间和周期时间由平均值计算和采样配置寄存器（见第 5.10 节“平均值计算和采样配置寄存器”）控制。每个通道均有单独的触摸检测阈值，如传感器输入阈值寄存器（见第 5.20 节“传感器输入阈值寄存器”）中所定义。

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.3.1.2 待机状态传感设置

待机状态用于待机工作。通常，使能的传感器输入越少，所能设定的灵敏度就越高。受监视的传感器输入由待机通道寄存器（见第 5.22 节“待机通道寄存器”）确定。灵敏度由待机灵敏度寄存器（见第 5.24 节“待机灵敏度寄存器”）控制。平均值计算、采样时间和周期时间由平均值计算和采样配置寄存器（见第 5.23 节“待机配置寄存器”）控制。一个触摸检测阈值适用于待机状态下使能的所有传感器，如待机阈值寄存器（见第5.25节“待机阈值寄存器”）中所定义。

4.3.1.3 组合状态传感设置

当需要接近检测和正常按钮操作的组合时，使用组合状态。当COMBO位置1时，传感周期包括工作状态下使能的传感器输入以及待机状态下使能的传感器输入。工作状态下使能的传感器输入将使用第 4.3.1.1 节“工作状态传感设置”中介绍的工作设置。待机状态下使能的传感器输入将使用第 4.3.1.2 节“待机状态传感设置”中介绍的待机设置。如果工作状态下和待机状态下均使能了某个传感器输入，则组合状态将使用工作状态设置。编程的周期时间由STBY_CY_TIME[1:0]确定。

组合状态还有两个增益设置。当 COMBO 位置 1 时，GAIN[1:0] 控制仅适用于工作状态下使能的传感器，C_GAIN[1:0]控制适用于待机模式下使能的传感器。

4.3.2 传感周期

除非处于深度休眠状态，否则器件将自动发起一个传感周期，并在每次结束时重复此周期。此周期将轮询每个使能的传感器输入（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。如果测量值增量大到超出适用的阈值，则认为检测到触摸并可产生中断（见第4.9.2节“电容式传感器输入中断行为”）。

传感周期时间可编程（见第 5.10 节“平均值计算和采样配置寄存器”和第 5.23 节“待机配置寄存器”）。如果采样所有使能的输入所需的时间小于周期时间，则器件在传感周期的其余时间进入低功耗状态。如果无法在指定的周期时间内采样全部处于活动状态的传感器输入，则将延长周期时间，并且器件不会进入低功耗状态。

4.4 传感器输入校准

校准可设置基准计数寄存器（第 5.26 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。上电复位（POR）后、采样时间变化时、增益变化时、校准灵敏度变化时以及新使能传感器输入时（例如，从禁止该传感器输入的功耗状态转换到使能该传感器输入的功耗状态时），均会自动进行校准。校准期间，将按照未触摸焊盘的电容调整模拟传感电路。之后，从每个传感器输入获取采样，以便建立基准计数。校准后，未触摸增量计数为零。

应用注释： 执行校准程序期间，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校准失效。

主机控制器可随时使用校准激活和状态寄存器（第 5.11 节“校准激活和状态寄存器”）对所选传感器输入进行强制校准。某个位置1时，将校准相应的电容式触摸传感器输入（模拟和数字均如此）。当校准程序成功完成后，该位会自动清零。

如果某个传感器输入的模拟校准失败，则校准激活和状态寄存器中的相应位不会清零，并且一般状态寄存器（第5.2节“状态寄存器”）中的ACAL_FAIL位将置1。可以产生一个中断。如果某个噪声位置1或者校准值为最大值或最小值，则模拟校准将失败。如果数字校准未能为工作范围内的传感器输入生成基准计数，即与理想基准计数（见表 4.1）偏差 ±12.5%（表示基准电容超出范围），则基准计数超限寄存器（第5.18节“基准计数超限寄存器”）中相应的BC_OUTx位将置1，并且一般状态寄存器（第5.2节“状态寄存器”）中的 BC_OUT 位将置 1。可以产生一个中断。默认情况下，当基准计数超限时，会对传感器输入重复模拟校准；也可使用超限基准计数对传感器输入进行采样（第5.6节“配置寄存器”）。可根据电容式触摸焊盘的电容调整各个传感器输入的校准灵敏度。

表4.1 理想基准计数

理想基准计数	采样时间
3,200	320 µs
6,400	640 µs
12,800	1.28 ms
25,600	2.56 ms

正常工作期间，有多个选项可用于重新校准电容式触摸传感器输入。重新校准是对基准计数进行数字调整，以使未触摸增量计数为零。重新校准后，如果传感器输入的基准计数与理想基准计数偏差 ±12.5%，则将对传感器输入执行完整校准。

4.4.1 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 5.19 节“重新校准配置寄存器”中的CAL_CFG[2:0]）。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。

应用注释： 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。

4.4.2 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、触摸焊盘时重新校准但增量计数未超过阈值，或者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[1:0]位（见第5.19节“重新校准配置寄存器”）置1来强制重新校准。经过延时的重新校准（见第4.4.3节“延时的重新校准”）后，负增量计数重新校准可在触摸释放后修正。

应用注释： 在此重新校准期间，器件不会响应触摸。

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.4.3 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5.6节“配置寄存器”）置1，可以在按钮触摸保持时间超过MAX_DUR[3:0]位（见第5.8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4.1 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。

注4.2 对于触摸保持时间需要长于常规按钮的电源按钮，MAX_DUR[3:0] 位指定的时间将添加到触发符合标准的事件所需的时间中。这可防止电源按钮在应该保持触摸状态的时间内被重新校准。

4.5 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。通常，用于接近检测的传感器输入所拥有的焊盘在物理上大于标准按钮的焊盘。此外，应增加增益以提高灵敏度。要改善信号质量，可使用信号保护功能。

4.5.1 信号保护

信号保护将信号与虚拟地隔离，如图4.3所示。可以用于将接近检测天线与附近的导电表面（会使电场发生衰减）隔离。

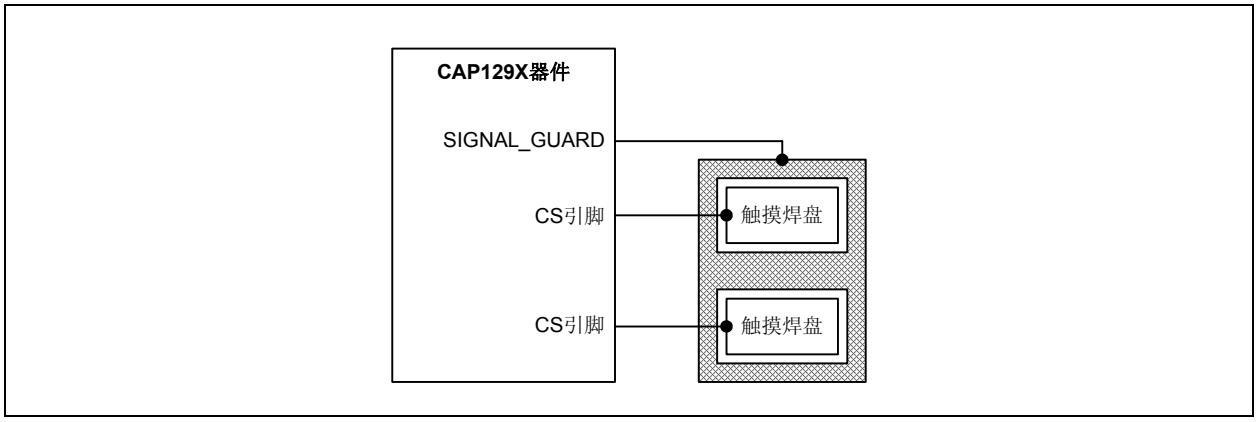


图4.3 信号保护

4.6 电源按钮

CAP1298 具有“电源按钮”功能。通常，按钮设置为快速响应触摸，尤其是按钮用于数字键盘时。但在某些情况下并不需要快速响应，例如，无意中掠过电源按钮而导致设备意外关闭或开启时。

电源按钮功能允许将传感器输入指定为“电源按钮”（见第 5.27 节“电源按钮寄存器”）。电源按钮配置为按钮触摸状态必须保持指定的时间才能产生中断；可以为待机状态和工作状态选择不同的时间（见第5.28节“电源按钮配置寄存器”）。也可为两种状态单独使能/禁止此功能。

应用注释： 要在待机和/或工作状态下使用电源按钮功能，必须在适用的状态下使能传感器输入。如果同时为待机状态和工作状态使能电源按钮功能并且COMBO位置1，则将使用待机电源按钮设置。

在指定电源按钮的触摸状态保持时间后，将产生中断并且一般状态寄存器（见第5.2节“状态寄存器”）中的PWR位将置1。

4.7 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5.16节“多重触摸模式配置寄存器”）。

4.8 噪声控制

4.8.1 低频噪声检测

每个传感器输入均有一个低频噪声检测器，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。默认情况下，如果出现这种情况，器件将拒绝损坏的采样（见第 5.6.1 节“配置 ——20h”中的DIS_ANA_NOISE 位），同时噪声标记状态寄存器中的相应位将设置为逻辑“1”（见第 5.6.2 节“配置2——44h”中的SHOW_RF_NOISE位）。

4.8.2 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。默认情况下，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（见第5.6.2节“配置2——44h”中的DIS_RF_NOISE位）。

4.8.3 噪声状态和配置

噪声标记状态（见第5.3节“噪声标志状态寄存器”）位可用于指示RF和/或其他噪声。如果配置寄存器（见第5.6节“配置寄存器”）中的SHOW_RF_NOISE位设置为0，则在检测到任何模拟噪声时，电容式传感器输入的噪声标记状态位都会置1。如果SHOW_RF_NOISE位设置为1，则仅当检测到RF噪声时，噪声标记状态位才会置1。

CAP1298提供了针对模拟噪声和数字噪声的可选噪声滤波控制。

对于模拟噪声，可以选择是否应将数据视为无效。默认情况下，如果检测到低频模拟噪声，DIS_ANA_NOISE 位（见第5.6.1 节“配置 ——20h”）将阻止传感器输入上的触摸；采样将被丢弃。默认情况下，如果检测到RF噪声，DIS_RF_NOISE位（见第5.6.2节“配置2——44h”）将阻止传感器输入上的触摸；采样将被丢弃。

对于数字噪声，可设置传感器输入噪声阈值（见第 5.21 节“传感器输入噪声阈值寄存器”）。如果电容式触摸传感器输入超出传感器噪声阈值但未超出触摸阈值（工作状态下的传感器阈值（见第 5.20 节“传感器输入阈值寄存器”）或待机状态下的传感器待机阈值（见第 5.25 节“待机阈值寄存器”）），则可确定该输入由噪声尖峰引起。可将DIS_DIG_NOISE位（见第5.6.1节“配置——20h”）置1来将指示出噪声尖峰的采样丢弃，这样自动重新校准程序（见第4.4.1节“自动重新校准”）不会使用这些采样。

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.9 中断

通过将主控制寄存器（见第5.1节“主控制寄存器”）中的INT位置1和使能ALERT#引脚来指示中断。当用户清零INT位时，ALERT#引脚清零。当用户清零INT位时，状态位也可能被清零（见第5.2节“状态寄存器”）。

4.9.1 ALERT#引脚

ALERT#引脚为低电平有效输出，当检测到中断事件时驱动该引脚。

4.9.2 电容式传感器输入中断行为

每个传感器输入均可编程为允许/禁止中断（见第5.12节“中断允许寄存器”）。

当为某个传感器输入允许了中断并且该传感器输入不是指定的电源按钮时，将通过以下两种方式之一产生中断：

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5.6.2节“配置2——44h”中的INT_REL_n）。请参见图4.5。
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4.4）。

当为传感器输入使能重复速率时（见第5.13节“重复速率使能寄存器”），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”（见第5.9节“传感器输入配置2寄存器”）。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（如果允许）。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（见第5.8节“传感器输入配置寄存器”），并且在释放时也将产生中断（如果允许）。

如果传感器输入是指定的电源按钮，则检测到触摸时不会立即产生中断，并且重复速率不适用。请参见第4.9.3节“电源按钮的中断”。

应用注释： 图4.4和图4.5显示了可在释放传感器焊盘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。

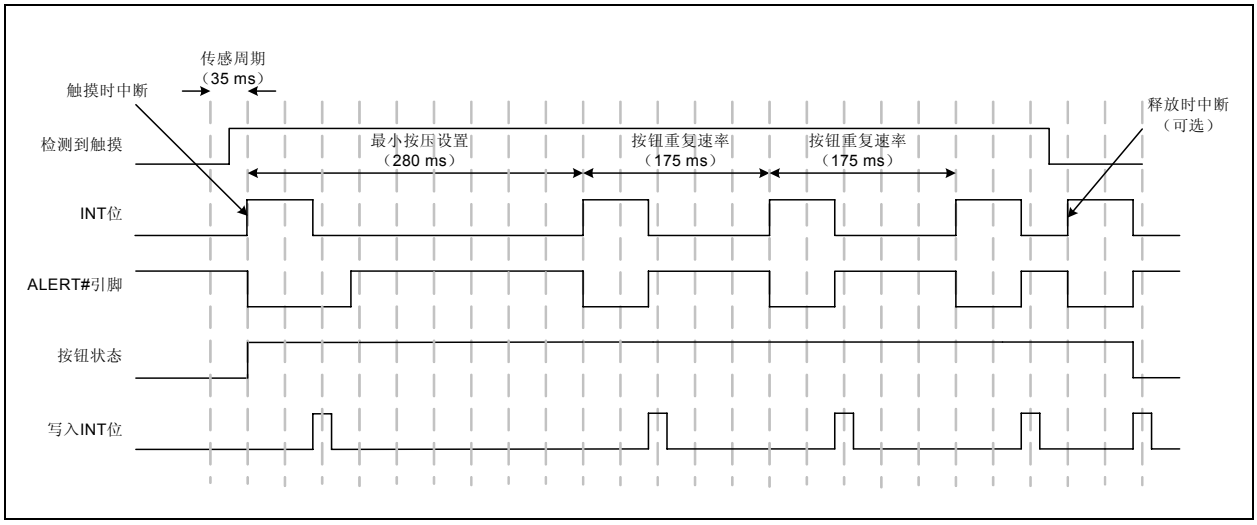


图4.4 传感器中断行为——已使能重复速率

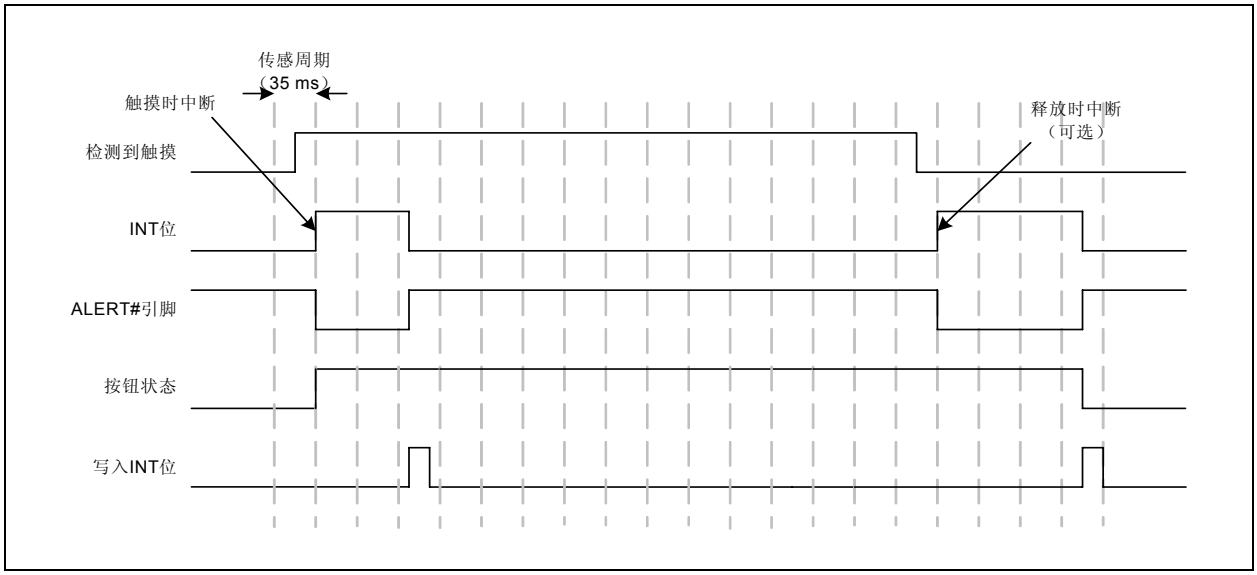


图4.5 传感器中断行为——未使能重复速率

4.9.3 电源按钮的中断

使能此功能时，将自动允许电源按钮的中断（见第4.6节“电源按钮”）。电源按钮触摸状态必须保持指定的时间，才能产生中断。

4.9.4 多重触摸模式检测的中断

当MTP模式匹配时，可产生一个中断（见第5.16节“多重触摸模式配置寄存器”）。

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.9.5 传感器输入校准失败的中断

ACAL_FAIL 位置 1 时，可产生一个中断，指示一个或多个传感器输入的模拟校准未能完成（见第 5.2 节“状态寄存器”）。可通过将ACAL_FAIL_INT位置1来允许此中断（见第5.6节“配置寄存器”）。

BC_OUT位置1时，可产生一个中断，指示一个或多个传感器输入的基准计数超限（见第5.2节“状态寄存器”）。可通过将BC_OUT_INT位置1来允许此中断（见第5.6节“配置寄存器”）。

4.9.6 复位的中断

当CAP1298复位时，将产生一个中断，并且RESET位将置1。

第5章 寄存器说明

表5.1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5.1 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	控制功耗状态并指示中断	00h	31
02h	R/W	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
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	36
20h	R/W	配置	控制通用功能	20h	37
21h	R/W	传感器输入使能	控制在工作状态下监视哪些传感器输入	FFh	39
22h	R/W	传感器输入配置	控制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MPRESS（“按住”）设置	07h	41
24h	R/W	平均值计算和采样配置	控制工作状态下的平均值计算和采样窗口	39h	42

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.1 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
26h	R/W	校准激活和状态	强制对电容式触摸传感器输入进行校准和指示校准失败	00h	44
27h	R/W	中断允许	确定哪些电容式传感器输入可产生中断	FFh	45
28h	R/W	重复速率使能	使能特定传感器输入的重复速率	FFh	45
29h	R/W	信号保护使能	使能特定传感器输入的信号保护	00h	46
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	47
2Bh	R/W	多重触摸模式配置	确定多重触摸模式（MTP）配置	00h	47
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目	FFh	49
2Eh	R	基准计数超限	指示传感器输入的基准计数是否超限	00h	50
2Fh	R/W	重新校准配置	确定重新校准时序和采样窗口	8Ah	50
30h	R/W	传感器输入1阈值	存储CS1在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
31h	R/W	传感器输入2阈值	存储CS2在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
32h	R/W	传感器输入3阈值	存储CS3在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
33h	R/W	传感器输入4阈值	存储CS4在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
34h	R/W	传感器输入5阈值	存储CS5在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
35h	R/W	传感器输入6阈值	存储CS6在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
36h	R/W	传感器输入7阈值	存储CS7在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
37h	R/W	传感器输入8阈值	存储CS8在工作状态下的触摸检测阈值	40h	52
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	52
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	53

表5.1 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
41h	R/W	待机配置	控制待机状态下的平均值计算和传感周期时间	39h	54
42h	R/W	待机灵敏度	控制用于待机状态的灵敏度设置	02h	55
43h	R/W	待机阈值	存储待机状态下的触摸检测阈值	40h	56
44h	R/W	配置2	存储器件的其他配置控制	40h	38
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	56
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	56
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	56
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	56
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	56
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	56
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	56
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	56
电源按钮寄存器					
60h	R/W	电源按钮	指定电源按钮	00h	57
61h	R/W	电源按钮配置	配置电源按钮功能	22h	58
校准灵敏度配置寄存器					
80h	R/W	校准灵敏度配置1	存储接近检测的校准灵敏度设置	00h	60
81h	R/W	校准灵敏度配置2	存储接近检测的校准灵敏度设置	00h	60
校准寄存器					
B1h	R	传感器输入1校准	存储CS1的高8位校准值	00h	59
B2h	R	传感器输入2校准	存储CS2的高8位校准值	00h	59

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.1 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
B3h	R	传感器输入3校准	存储CS3的高8位校准值	00h	59
B4h	R	传感器输入4校准	存储CS4的高8位校准值	00h	59
B5h	R	传感器输入5校准	存储CS5的高8位校准值	00h	59
B6h	R	传感器输入6校准	存储CS6的高8位校准值	00h	59
B7h	R	传感器输入7校准	存储CS7的高8位校准值	00h	59
B8h	R	传感器输入8校准	存储CS8的高8位校准值	00h	59
B9h	R	传感器输入校准LSB 1	存储CS1 - CS4的校准值的2个LSB	00h	59
BAh	R	传感器输入校准LSB 2	存储CS5 - CS8的校准值的2个LSB	00h	59
ID寄存器					
FDh	R	产品ID	存储用于标识CAP1298-1的固定值	71h	60
FEh	R	制造商ID	存储用于标识MCHP的固定值	5Dh	61
FFh	R	版本	存储表示版本号的固定值	00h	61

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。

某个位“置1”时，表示该位为逻辑“1”。位“清零”时，表示该位为逻辑“0”。

5.1 主控制寄存器

表5.2 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	C_GAIN[1:0]		COMBO	INT	00h

主控制寄存器控制器件的主要功耗状态（见第4.1节“功耗状态”）。

如果多个功耗状态位置1，则实际功耗状态将如表5.3，“功耗状态位改写”所示。

表5.3 功耗状态位改写

DSLEEP	COMBO	STBY	功耗状态
0	0	0	工作
0	0	1	待机
0	1	X	组合
1	X	X	深度休眠

Bit 7 - 6——GAIN[1:0]——控制电容式触摸传感电路所使用的模拟增益。增大增益时，有效灵敏度同样增强，因为需要更小的增量电容才能产生相同的增量计数值。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： GAIN[1:0]设置适用于待机状态和工作状态，除非COMBO位置1。当COMBO位置1时，此控制仅适用于工作状态下使能的传感器，C_GAIN[1:0]控制适用于待机模式下使能的传感器。

应用注释： 只要增益设置发生变化，器件就会重新校准所有传感器输入，好像它们没有基准计数一样。

表5.4 GAIN和C_GAIN位解码

GAIN[1:0]或C_GAIN[1:0]		电容式触摸传感器输入增益
bit 1	bit 0	
0	0	1
0	1	2
1	0	4
1	1	8

Bit 5——STBY——使能待机状态。

- “0”（默认值）——器件未处于待机状态。
- “1”——器件处于待机状态。电容式触摸传感器输入扫描仅限于待机通道寄存器（见第5.22节“待机通道寄存器”）中设置的传感器输入。状态寄存器在被读取之前不会清零。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。

Bit 4——DSLEEP——使能深度休眠状态。

- “0”（默认值）——器件未处于深度休眠状态。
- “1”——器件处于深度休眠状态。所有传感器输入扫描均被禁止。状态寄存器自动清零，并且INT位清零。

Bit 3 - 2——C_GAIN[1:0]——当COMBO位置1时，此位控制用于待机状态下使能的电容式触摸传感器输入的模拟增益。增大增益时，有效灵敏度同样增强，因为需要更小的增量电容才能产生相同的增量计数值。待机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。

© 2014 Microchip Technology Inc.

应用注释： 仅当COMBO位置1时，才使用C_GAIN[1:0]设置。当COMBO位置1时，此控制仅适用于待机状态下使能的传感器，GAIN[1:0]控制适用于工作模式下使能的传感器。

Bit 1——COMBO——使能组合状态（见第4.3.1.3节“组合状态传感设置”）。

- “0”（默认值）——器件未处于组合状态。
- “1”——器件处于组合状态。器件将监视在工作状态下使能的传感器输入（见第5.7节“传感器输入使能寄存器”）以及在待机状态下使能的传感器输入（见第5.22节“待机通道寄存器”）。状态寄存器在被读取之前不会清零。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。

Bit 0——INT——指示是否存在中断（见第4.9节“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，但未允许该通道产生中断（见第 5.12 节“中断允许寄存器”），则不会执行任何操作。此位可通过写入逻辑“0”进行清零。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。

- “0”——无中断待处理。
- “1”——发生了中断条件，ALERT#引脚已置为有效。

5.2 状态寄存器

表5.5 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	-	BC_OUT	ACAL_FAIL	PWR	RESET	MULT	MTP	TOUCH	00h
03h	R	传感器输入状态	CS8	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	00h

器件进入深度休眠状态（DSLEEP = “1”——见第5.1节“主控制寄存器”）时，所有状态位都会清零。

5.2.1 一般状态——02h

Bit 6——BC_OUT——指示是否一个或多个已使能的传感器输入的基准计数超限（见第4.4节“传感器输入校准”）。直到所有已使能的传感器输入的基准计数均在限制范围内，此位才会清零。

- “0”——所有已使能的传感器输入的基准计数均在工作范围内。
- “1”——一个或多个已使能的传感器输入的基准计数超限。基准计数超限寄存器中的某个状态位置1（见第5.18节“基准计数超限寄存器”）。

Bit 5——ACAL_FAIL——指示是否一个或多个已使能的传感器输入的模拟校准失败（见第4.4节“传感器输入校准”）。直到所有已使能的传感器输入均已成功完成模拟校准，此位才会清零。

- “0”——所有已使能的传感器输入均已成功校准。
- “1”——一个或多个已使能的传感器输入的模拟校准失败。校准工作寄存器中的某个状态位置 1（见第5.11节“校准激活和状态寄存器”）。

Bit 4——PWR—— 指示指定的电源按钮是否已保持指定的时间（见第 4.6 节“电源按钮”）。此位将使INT位置1。当INT位清零时，如果电源按钮上不再有触摸，则此位清零。

- “0”——电源按钮未保持所需时间或者未使能。
- “1”——电源按钮已保持所需时间。

Bit 3——RESET——指示器件是否已复位。器件退出POR状态时，此位置1。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5.15节“多重触摸配置寄存器”）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5.16节“多重触摸模式配置寄存器”）。如果MTP_ALERT位置1，此位将使INT位置1。当INT位清零时，如果使此位置1的条件已消除，则此位清零。

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。

5.2.2 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）。

Bit 7——CS8——指示传感器输入8上是否检测到触摸。

Bit 6——CS7——指示传感器输入7上是否检测到触摸。

Bit 5——CS6——指示传感器输入6上是否检测到触摸。

Bit 4——CS5——指示传感器输入5上是否检测到触摸。

Bit 3——CS4——指示传感器输入4上是否检测到触摸。

Bit 2——CS3——指示传感器输入3上是否检测到触摸。

Bit 1——CS2——指示传感器输入2上是否检测到触摸。

Bit 0——CS1——指示传感器输入1上是否检测到触摸。

5.3 噪声标志状态寄存器

表5.6 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的状态位可用于指示模拟模块是否检测到超出模拟检测器或RF噪声检测器工作区域的噪声（见第 4.8.3 节“噪声状态和配置”）。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。

© 2014 Microchip Technology Inc.

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阈值时的传感器输入（见第4.7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，便会丢弃该采样，除非DIS_RF_NOISE位置1。

5.4 传感器输入增量计数寄存器

表5.7 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4.3.2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5.5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。

5.5 灵敏度控制寄存器

表5.8 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]——控制在工作状态下使能的传感器输入的触摸检测灵敏度。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，或基础电容为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，或基础电容为10 pF时3.33 pF的ΔC）。

表5.9 DELTA_SENSE位解码

DELTA_SENSE[2:0]			灵敏度倍数
bit 2	bit 1	bit 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。

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.10 BASE_SHIFT位解码

BASE_SHIFT[3:0]				数据换算系数
bit 3	bit 2	bit 1	bit 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）

5.6 配置寄存器

表5.11 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	TIME OUT	-	DIS_ DIG_ NOISE	DIS_ ANA_ NOISE	MAX_ DUR_EN	-	-	-	20h
44h	R/W	配置2	-	BC_ OUT_ RECAL	BLK_ PWR_ CTRL	BC_ OUT_ INT	SHOW_ RF_ NOISE	DIS_ RF_ NOISE	ACAL _FAIL _INT	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。

5.6.1 配置——20h

Bit 7——TIMEOUT——使能SMBus协议的超时和空闲功能。

- “0”（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。
- “1”——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接口将复位。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 5——DIS_DIG_NOISE——确定器件是否使用数字噪声阈值（见第5.21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（见第5.8节），则会重启重新校准程序（见第4.4.3节“延时的重新校准”）。

5.6.2 配置2——44h

Bit 6——BC_OUT_RECAL——控制当一个或多个传感器输入的基准计数超限时是否重试模拟校准。

- “0”——当某个传感器输入对应的BC_OUTx位置1时，该传感器输入将使用超限基准计数。
- “1”（默认值）——当某个传感器输入对应的BC_OUTx位置1时（见第5.18节“基准计数超限寄存器”），将在该传感器输入上重复模拟校准。

Bit 5——BLK_PWR_CTRL——确定器件在从转换完成到传感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传感周期结束之间的时间内降低功耗。
- “1”——器件在从上一次转换结束到传感周期结束之间的时间内不降低功耗。

Bit 4——BC_OUT_INT——控制当一个或多个传感器输入的基准计数超限时的中断行为。

- “0”（默认值）——BC_OUT位置1时不产生中断（见第5.2节“状态寄存器”）。
- “1”——BC_OUT位置1时产生中断。

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噪声或低频噪声，则噪声状态寄存器会同时显示RF噪声和低频噪声。
- “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。低频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。

© 2014 Microchip Technology Inc.

Bit 1——ACAL_FAIL_INT—— 控制当一个或多个传感器输入的模拟校准失败时的中断行为（见第 4.4 节“传感器输入校准”）。

- “0”（默认值）——ACAL_FAIL位置1时不产生中断（见第5.2节“状态寄存器”）。
- “1”——ACAL_FAIL位置1时产生中断。

Bit 0——INT_REL_n——控制在检测到按钮释放时的中断行为（见第4.9.2节“电容式传感器输入中断行为”）。

- “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5.13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。

5.7 传感器输入使能寄存器

表5.12 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工作状态下的传感周期中。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”——指定的输入不包含在工作状态下的传感周期中。
- “1”（默认值）——指定的输入包含在工作状态下的传感周期中。

Bit 7——CS8_EN——确定在工作状态下是否监视CS8输入。

Bit 6——CS7_EN——确定在工作状态下是否监视CS7输入。

Bit 5——CS6_EN——确定在工作状态下是否监视CS6输入。

Bit 4——CS5_EN——确定在工作状态下是否监视CS5输入。

Bit 3——CS4_EN——确定在工作状态下是否监视CS4输入。

Bit 2——CS3_EN——确定在工作状态下是否监视CS3输入。

Bit 1——CS2_EN——确定在工作状态下是否监视CS2输入。

Bit 0——CS1_EN——确定在工作状态下是否监视CS1输入。

5.8 传感器输入配置寄存器

表5.13 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（见第4.4.3节“延时的重新校准”），如表5.14所示。

表5.14 MAX_DUR位解码

MAX_DUR[3:0]				重新校准之前的时间
bit 3	bit 2	bit 1	bit 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
0	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（见第4.9.2节“电容式传感器输入中断行为”）。分辨率为35 ms，范围从35 ms到560 ms，如表5.15所示。

表5.15 RPT_RATE位解码

RPT_RATE[3:0]				中断重复速率
bit 3	bit 2	bit 1	bit 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）

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.15 RPT_RATE位解码（续）

RPT_RATE[3:0]				中断重复速率
bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	
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
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

5.9 传感器输入配置2寄存器

表5.16 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（见第4.9.2节“电容式传感器输入中断行为”）。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5.17所示。

表5.17 M_PRESS位解码

M_PRESS[3:0]				M_PRESS设置
bit 3	bit 2	bit 1	bit 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

表5.17 M_PRESS位解码（续）

M_PRESS[3:0]				M_PRESS设置
bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	
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

5.10 平均值计算和采样配置寄存器

表5.18 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

平均值计算和采样配置寄存器控制工作状态下使能的传感器输入所获取的采样数以及目标传感周期时间。

Bit 6 - 4——AVG[2:0]——确定工作状态下使能的所有通道在传感周期内所获取的采样数，如表5.19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，则完整的传感周期为：CS1，CS1，CS1，CS1，CS2，CS2，CS2，CS2，CS3，CS3，CS3，CS3。

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.19 AVG位解码

AVG[2:0]			每次测量获取的采样数
bit 2	bit 1	bit 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5.20所示。采样时间会影响基准计数的数量级，如表4.1，“理想基准计数”所示。

表5.20 SAMP_TIME位解码

SAMP_TIME[1:0]		采样时间
bit 1	bit 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]—— 确定工作状态下使能的通道所需的传感周期时间，如表5.21所示。所有使能的通道均在传感周期开始时进行采样。如果有额外时间剩余，则器件在传感周期的其余时间进入低功耗状态。

表5.21 CYCLE_TIME位解码

CYCLE_TIME [1:0]		编程的传感周期时间
bit 1	bit 0	
0	0	35 ms
0	1	70 ms（默认值）
1	0	105 ms
1	1	140 ms

应用注释： 仅当获取采样的实际时间比编程的传感周期时间（CYCLE_TIME[1:0]）短时，才会保持编程的传感周期时间。AVG[2:0]位优先，因此传感周期时间将根据需要延长，以适应要测量的采样数。

5.11 校准激活和状态寄存器

表5.22 校准激活和状态寄存器

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

校准激活和状态寄存器具有双重功能：

1. 它可强制校准所选传感器输入，从而影响模拟模块和数字模块（见第 4.4 节“传感器输入校准”）。当一位或多位置1时，器件会对相应的传感器输入执行校准程序。完成模拟校准程序后，会更新CALX[9:0]位（见第5.29节“传感器输入校准寄存器”）。如果对某传感器输入执行的模拟校准程序成功完成，相应的位将自动清零。

应用注释： 在上述情况下，位可以由主机置1，也可以在新使能传感器输入时（例如从深度休眠中恢复，上电复位后，传感器使能通道使能寄存器（21h）中的某位置1且器件处于工作状态时，或者待机通道使能寄存器（40h）中的某位置1且器件处于待机状态时）由器件自动置1。

2. 它可用于指示模拟校准失败。如果任意一位不能清零，ACAL_FAIL位将置1（见第5.2节“状态寄存器”）。如果噪声位置1或者校准值为最大值或最小值，则位将无法清零。

应用注释： 在上述情况下，不要检查校准激活和状态位来确认清零失败，除非ACAL_FAIL位置1。此外，新使能某个传感器输入时，不要检查校准激活和状态位，直到完成对传感器输入的校准为止。否则，某个传感器输入对应的ACAL_FAIL位可能会置1，但新使能的传感器输入在校准激活和状态寄存器中也可能设置为“1”，原因并非校准失败，而是尚未校准。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”——无需任何操作。
- “1”——写入“1”，强制对相应传感器输入进行校准。如果ACAL_FAIL标志置1且特定于传感器输入对应的位也置1（见上面的应用注释），则表示传感器输入不能完成模拟校准。

Bit 7——CS8_CAL——CS8输入对应的位。

Bit 6——CS7_CAL——CS7输入对应的位。

Bit 5——CS6_CAL——CS6输入对应的位。

Bit 4——CS5_CAL——CS5输入对应的位。

Bit 3——CS4_CAL——CS4输入对应的位。

Bit 2——CS3_CAL——CS3输入对应的位。

© 2014 Microchip Technology Inc.

Bit 1——CS2_CAL——CS2输入对应的位。

Bit 0——CS1_CAL——CS1输入对应的位。

应用注释： 如果校准程序尚未执行到传感器输入，写入“0”以清除“1”可能会导致计划校准被跳过。

5.12 中断允许寄存器

表5.23 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）是否会引起中断（见第4.9节“中断”）。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”——如果在指定传感器输入上检测到触摸，不会将ALERT#引脚置为有效。
- “1”（默认值）——如果在指定传感器输入上检测到触摸，会将ALERT#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ALERT#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ALERT#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ALERT#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ALERT#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ALERT#引脚置为有效。

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ALERT#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ALERT#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ALERT#引脚置为有效。

5.13 重复速率使能寄存器

表5.24 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4.9.2节“电容式传感器输入中断行为”所述。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”——禁止指定的传感器输入的重复速率。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）—— 使能指定的传感器输入的重复速率。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 5.6 节“配置寄存器”）。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 7——CS8_RPT_EN——使能电容式触摸传感器输入8的重复速率。

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。

5.14 信号保护使能寄存器

表5.25 信号保护使能寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
29h	R/W	信号保护使能	CS8_SG_EN	CS7_SG_EN	CS6_SG_EN	-	CS4_SG_EN	CS3_SG_EN	CS2_SG_EN	CS1_SG_EN	00h

信号保护使能寄存器可使能对指定传感器输入的信号保护，如第4.5.1节“信号保护”所述。使能信号保护时，将禁止CS5。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”（默认值）——禁止对指定传感器输入的信号保护。
- “1”——使能对指定传感器输入的信号保护。

Bit 7——CS8_SG_EN——使能对电容式触摸传感器输入8的信号保护。

Bit 6——CS7_SG_EN——使能对电容式触摸传感器输入7的信号保护。

Bit 5——CS6_SG_EN——使能对电容式触摸传感器输入6的信号保护。

Bit 3——CS4_SG_EN——使能对电容式触摸传感器输入4的信号保护。

Bit 2——CS3_SG_EN——使能对电容式触摸传感器输入3的信号保护。

Bit 1——CS2_SG_EN——使能对电容式触摸传感器输入2的信号保护。

Bit 0——CS1_SG_EN——使能对电容式触摸传感器输入1的信号保护。

© 2014 Microchip Technology Inc.

5.15 多重触摸配置寄存器

表5.26 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的传感周期顺序确定）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5.27给出了位解码。

表5.27 B_MULT_T位解码

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

5.16 多重触摸模式配置寄存器

表5.28 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（见第 5.17 节“多重触摸模式寄存器”）。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5.29所示。此阈值是工作状态下使能的输入的传感器输入阈值（见第 5.20 节“传感器输入阈值寄存器”）的百分比，或者是待机状态下使能的输入的待机阈值（见第5.25节“待机阈值寄存器”）的百分比。

表5.29 MTP_TH位解码

MTP_TH[1:0]		阈值百分比设置
bit 1	bit 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。
- “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。

© 2014 Microchip Technology Inc.

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。

5.17 多重触摸模式寄存器

表5.30 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5.16节）。下面介绍了这两种方法。

1. 特定传感器输入：在单个传感周期内，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：在单个传感周期内，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。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”——指定的传感器输入不被视为模式的一部分。
- “1”——指定的传感器输入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 7——CS8_PTRN——确定CS8是否被视为多重触摸模式的一部分。

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。

5.18 基准计数超限寄存器

表5.31 基准计数超限寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
2Eh	R	基准计数超限	BC_OUT_8	BC_OUT_7	BC_OUT_6	BC_OUT_5	BC_OUT_4	BC_OUT_3	BC_OUT_2	BC_OUT_1	00h

基准计数超限寄存器指示哪些传感器输入的基准计数超限（见第4.4节“传感器输入校准”）。当这些位置1时，BC_OUT位置1（见第5.2节“状态寄存器”）。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”——指定传感器输入的基准计数在工作范围内。
- “1”——指定传感器输入的基准计数不在工作范围内。

Bit 7——BC_OUT_8——指示CS8的基准计数是否超限。

Bit 6——BC_OUT_7——指示CS7的基准计数是否超限。

Bit 5——BC_OUT_6——指示CS6的基准计数是否超限。

Bit 4——BC_OUT_5——指示CS5的基准计数是否超限。

Bit 3——BC_OUT_4——指示CS4的基准计数是否超限。

Bit 2——BC_OUT_3——指示CS3的基准计数是否超限。

Bit 1——BC_OUT_2——指示CS2的基准计数是否超限。

Bit 0——BC_OUT_1——指示CS1的基准计数是否超限。

5.19 重新校准配置寄存器

表5.32 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一些重新校准程序设置（见第4.4节“传感器输入校准”）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。

© 2014 Microchip Technology Inc.

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（见第4.4.2节“负增量计数重新校准”），如表5.33所示。

表5.33 NEG_DELTA_CNT位解码

NEG_DELTA_CNT[1:0]		连续负增量计数值的个数
bit 1	bit 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（见第4.4.1节“自动重新校准”）。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5.11节）。

表5.34 CAL_CFG位解码

CAL_CFG[2:0]			重新校准采样数（见注5.1）	更新时间（见注5.2）
bit 2	bit 1	bit 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5.1 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5.2 更新时间指更新基准计数之前经过的时间（以传感周期数为单位）。此时间取决于使能的通道数、平均值计算设置以及编程的传感周期时间。

5.20 传感器输入阈值寄存器

表5.35 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5.19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）。

5.21 传感器输入噪声阈值寄存器

表5.36 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。

© 2014 Microchip Technology Inc.

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5.37所示。此阈值与阈值设置成比例。

表5.37 CSx_BN_TH位解码

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

5.22 待机通道寄存器

表5.38 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下使能哪些电容式触摸传感器输入（如果有的话）（见第 4.3.1.2 节“待机状态传感设置”）。

对于此寄存器中的所有位：

- “0”（默认值）——待机状态下不会监视指定通道。
- “1”——待机状态下将监视指定通道。将使用待机阈值设置、待机平均值计算和灵敏度设置。

Bit 7——CS8_STBY——控制在待机状态下是否使能CS8通道。

Bit 6——CS7_STBY——控制在待机状态下是否使能CS7通道。

Bit 5——CS6_STBY——控制在待机状态下是否使能CS6通道。

Bit 4——CS5_STBY——控制在待机状态下是否使能CS5通道。

Bit 3——CS4_STBY——控制在待机状态下是否使能CS4通道。

Bit 2——CS3_STBY——控制在待机状态下是否使能CS3通道。

Bit 1——CS2_STBY——控制在待机状态下是否使能CS2通道。

Bit 0——CS1_STBY——控制在待机状态下是否使能CS1通道。

5.23 待机配置寄存器

表5.39 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使能的传感器输入的平均值计算和传感周期时间。此寄存器允许用户在待机状态下更改有限数量的传感器输入的平均值计算和采样时间，而在工作状态下仍保持正常功能。

Bit 7——AVG_SUM——确定待机状态下使能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）—— 待机状态下使能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”—— 待机状态下使能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。使用此设置时应小心，因为触摸可能使增量计数寄存器溢出，并产生错误的读数。

Bit 6 - 4——STBY_AVG[2:0]——确定待机状态下使能的所有通道在传感周期内所获取的采样数，如表5.40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5.40 STBY_AVG位解码

STBY_AVG[2:0]			每次测量获取的采样数
bit 2	bit 1	bit 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——STBY_SAMP_TIME[1:0]——确定待机状态下使能的传感器输入获取单个采样所需的时间，如表5.41所示。

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.41 STBY_SAMP_TIME位解码

STBY_SAMP_TIME[1:0]		采样时间
bit 1	bit 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]——确定待机状态期间使能的传感器输入所需的传感周期时间，如表5.42所示。此控制还用于确定组合状态下编程的周期时间（见第4.3.1.3节“组合状态传感设置”）。所有使能的通道均在传感周期开始时进行采样。如果有额外时间剩余，则器件在传感周期的其余时间进入低功耗状态。

表5.42 STBY_CY_TIME位解码

STBY_CY_TIME [1:0]		编程的传感周期时间
bit 1	bit 0	
0	0	35 ms
0	1	70 ms（默认值）
1	0	105 ms
1	1	140 ms

应用注释： 仅当获取采样的实际时间比编程的传感周期时间（STDBY_CY_TIME[1:0]）短时，才会保持编程的传感周期时间。STBY_AVG[2:0]位优先，因此传感周期时间将根据需要延长，以适应要测量的采样数。

5.24 待机灵敏度寄存器

表5.43 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使能的传感器输入的灵敏度。

Bit 2 - 0——STBY_SENSE[2:0]——控制待机状态下使能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，或基础电容为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，或基础电容为10 pF时3.33 pF的ΔC）。

表5.44 STBY_SENSE位解码

STBY_SENSE[2:0]			灵敏度倍数
bit 2	bit 1	bit 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）

5.25 待机阈值寄存器

表5.45 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。

5.26 传感器输入基准计数寄存器

表5.46 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

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.46 传感器输入基准计数寄存器（续）

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
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。这些寄存器由校准和重新校准程序定期更新。

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5.5节）。

5.27 电源按钮寄存器

表5.47 电源按钮寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
60h	R/W	电源按钮	-	-	-	-	-	PWR_BTN[2:0]			00h

电源按钮寄存器指示已指定为电源按钮的传感器输入（见第4.6节“电源按钮”）。

Bit 2 - 0——PWR_BTN[2:0]——使能电源按钮功能时，此控制指示将用作电源按钮的传感器输入。表5.48显示了解码。

表5.48 PWR_BTN位解码

PWR_BTN[2:0]			指定为电源按钮的传感器输入
bit 2	bit 1	bit 0	
0	0	0	CS1
0	1	0	CS2

表5.48 PWR_BTN位解码（续）

PWR_BTN[2:0]			指定为电源按钮的传感器输入
bit 2	bit 1	bit 0	
0	0	1	CS3
0	1	1	CS4
1	0	0	CS5
1	1	0	CS6
1	0	1	CS7
1	1	1	CS8

5.28 电源按钮配置寄存器

表5.49 电源按钮配置寄存器

地址	R/W	寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
61h	R/W	电源按钮配置	-	STBY_PWR_EN	STBY_PWR_TIME [1:0]		-	PWR_EN	PWR_TIME [1:0]		22h

电源按钮配置寄存器控制着指定的电源按钮必须指示触摸的时长，经过该时间后将产生中断并将功耗状态指示位置1（见第4.6节“电源按钮”）。

Bit 6——STBY_PWR_EN——在待机状态下使能电源按钮功能。

- “0”（默认值）——禁止待机电源按钮电路。
- “1”——使能待机电源按钮电路。

Bit 5 - 4——STBY_PWR_TIME[1:0]——确定为了产生中断并将PWR位置1，电源按钮必须在待机状态下保持触摸的总时间，如表5.50所示。

Bit 2——PWR_EN——在工作状态下使能电源按钮功能。

- “0”（默认值）——在工作状态下禁止电源按钮电路。
- “1”——在工作状态下使能电源按钮电路。

Bit 1 - 0——PWR_TIME[1:0]——确定为了产生中断并将PWR位置1，电源按钮必须在工作状态下保持触摸的总时间，如表5.50所示。

表5.50 电源按钮时间位解码

PWR_TIME[1:0] / STBY_PWR_TIME[1:0]		电源按钮触摸保持时间
bit 1	bit 0	
0	0	280 ms

© 2014 Microchip Technology Inc.

表5.50 电源按钮时间位解码（续）

PWR_TIME[1:0] / STBY_PWR_TIME[1:0]		电源按钮触摸保持时间
bit 1	bit 0	
0	1	560 ms
1	0	1.12s（默认值）
1	1	2.24s

5.29 传感器输入校准寄存器

表5.51 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。该值表示为平衡传感器输入焊盘的电容而施加到内部传感电路的电容。最小值（000h）和最大值（3FFh）指示模拟校准失败（见第 4.4 节“传感器输入校准”）。

5.30 校准灵敏度配置寄存器

表5.52 校准灵敏度配置寄存器

地址	寄存器	R/W	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	默认值
80h	校准灵敏度配置1	R/W	CALSEN4[1:0]		CALSEN3[1:0]		CALSEN2[1:0]		CALSEN1[1:0]		00h
81h	校准灵敏度配置2	R/W	CALSEN8[1:0]		CALSEN7[1:0]		CALSEN6[1:0]		CALSEN5[1:0]		00h

CALSENx[1:0]——控制校准程序用来使传感器输入灵敏度更高以进行接近检测的增益。增益基于电容式触摸焊盘电容范围，如表 5.53 所示。由于每个传感器输入可能具有不同的焊盘电容，因此每个传感器输入都有各自的控制。

表5.53 CALSENX位解码

CALSENX[1:0]		GAIN	电容式触摸焊盘电容范围
bit 1	bit 0		
0	0	1	5-50 pF（默认值）
0	1	2	0-25 pF
1	0	4	0-12.5 pF

5.31 产品ID寄存器

表5.54 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 CAP1298-1	0	1	1	1	0	0	0	1	71h

产品ID寄存器存储用于标识器件的惟一8位值。

5.32 制造商ID寄存器

表5.55 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MCHP的8位值。

© 2014 Microchip Technology Inc.

5.33 版本寄存器

表5.56 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	0	0	0	0	0	0	0	0	00h

版本寄存器存储代表器件版本的8位值。

第6章 封装信息

6.1 CAP1298封装图

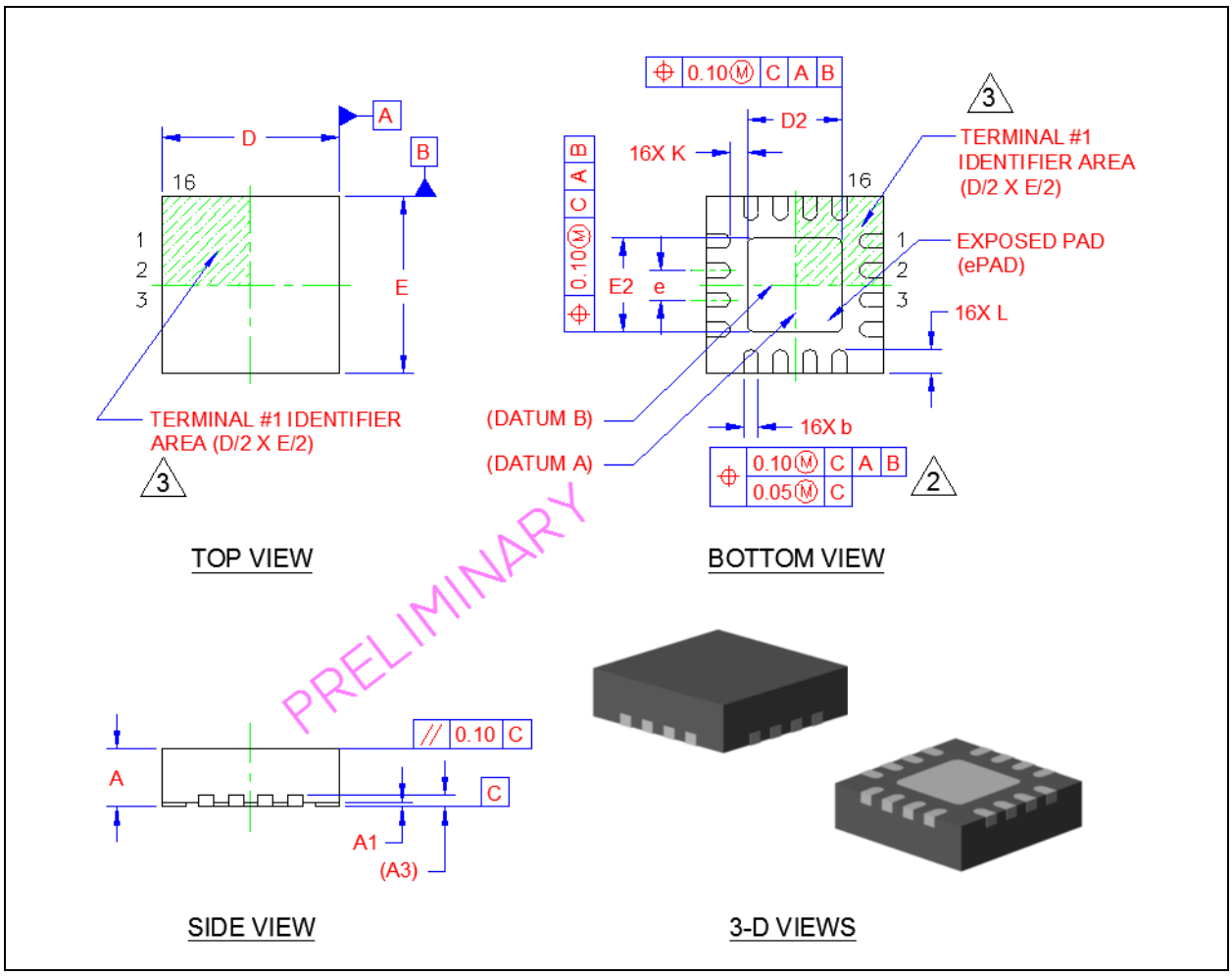


图6.1 CAP1298封装图——16引脚QFN 3 mm x 3 mm

© 2014 Microchip Technology Inc.

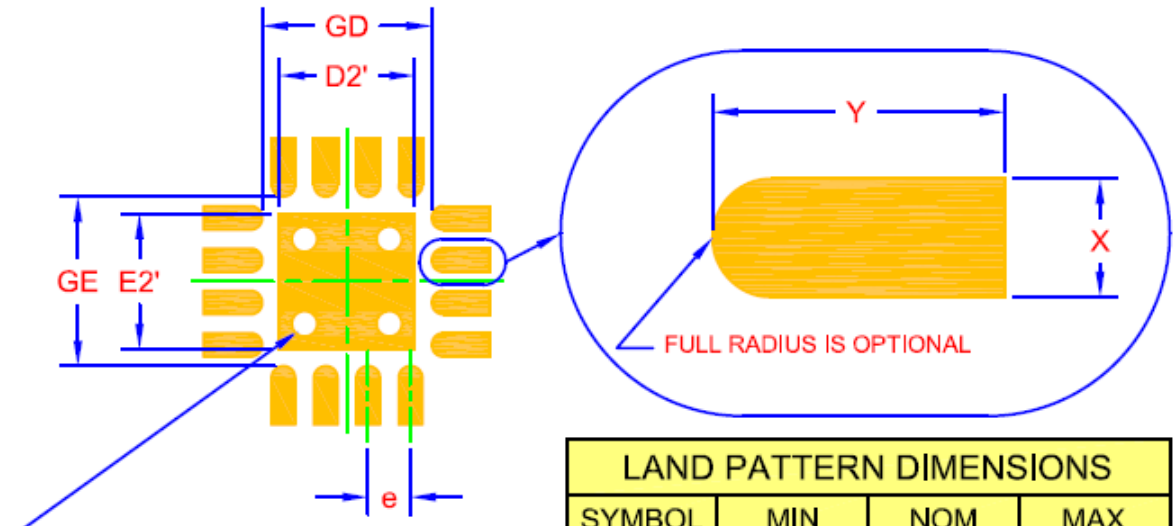
COMMON DIMENSIONS					
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE	REMARK
A	0.80	0.85	0.90	-	OVERALL PACKAGE HEIGHT
A1	0	0.02	0.05	-	STANDOFF
A3	0.20 REF			-	LEAD-FRAME THICKNESS
D/E	2.90	3.00	3.10	-	X/Y BODY SIZE
D2/E2	1.50	1.60	1.70	-	X/Y EXPOSED PAD SIZE
L	0.35	0.40	0.45	-	TERMINAL LENGTH
b	0.18	0.25	0.30	2	TERMINAL WIDTH
K	0.25	0.30	-	-	TERMINAL TO PAD DISTANCE
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.

PRELIMINARY

图6.2 CAP1298封装尺寸——16引脚QFN 3 mm x 3 mm



THE USER MAY MODIFY THE PCB LAND PATTERN DIMENSIONS BASED ON THEIR EXPERIENCE AND/OR PROCESS CAPABILITY

LAND PATTERN DIMENSIONS			
SYMBOL	MIN	NOM	MAX
GD/GE	2.00	-	2.10
D2'/E2'	-	1.60	1.60
X	-	0.28	0.28
Y	0.69	-	-
e	0.50		

PCB LAND PATTERN

图6.3 CAP1298 PCB焊盘图案和钢网——16引脚QFN 3 mm x 3 mm

© 2014 Microchip Technology Inc.

6.2 封装标识

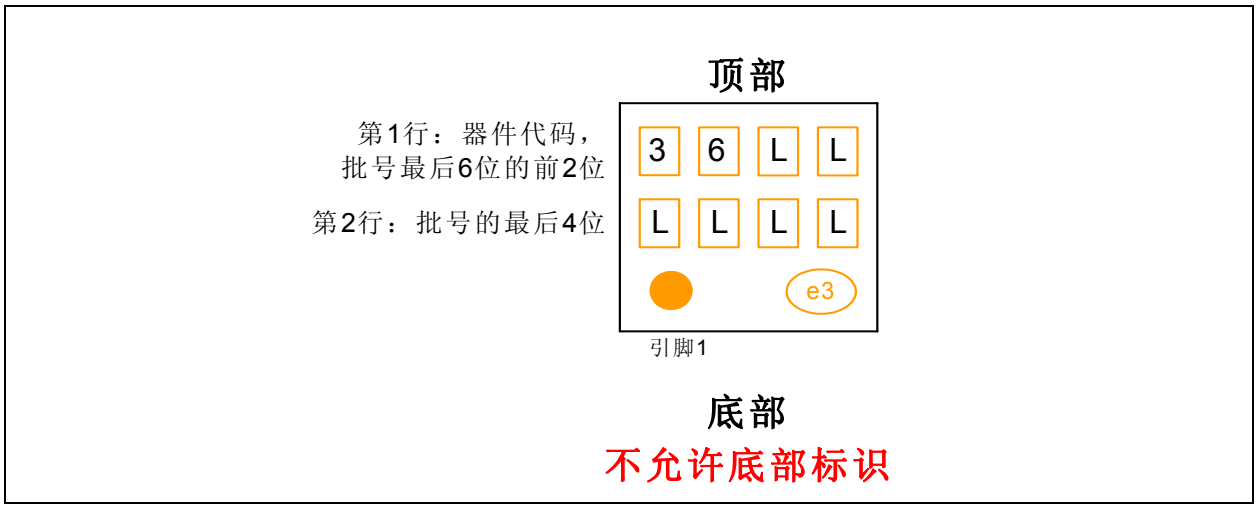


图6.4 CAP1298-1封装标识

附录A 器件差异

A.1 CAP1128/CAP1188与CAP1298的差异

1. 版本ID设置为00h。
2. 引脚分配发生了变化。移除了RESET、WAKE和ADDR_COMM引脚。移除了LED引脚。还移除了SPI引脚/多路复用。作为接地端添加的GND引脚不再用于接地连接。
3. 封装尺寸从20引脚4 mm x 4 mm QFN缩减至16引脚3 mm x 3 mm QFN。
4. 增加了电源按钮功能（见第4.6节“电源按钮”）。
5. 增加了用于标记模拟校准失败的ACAL_FAIL位（见第5.2节“状态寄存器”）和用于控制模拟校准失败中断的ACAL_FAIL_INT位（见第5.6节“配置寄存器”）。
6. 增加了用于标记与基准计数超限有关的校准失败的BC_OUT位（见第5.2节“状态寄存器”）以及用于控制基准计数超限行为和中断的 BC_OUT_RECAL 和 BC_OUT_INT 位（见第 5.6 节“配置寄存器”）。增加了基准计数超限寄存器，以指示基准计数超出工作范围的传感器输入（见第5.18节“基准计数超限寄存器”）。
7. 新增了“组合”状态，允许将一些传感器编程为使用工作状态设置工作，同时将其他传感器编程为使用待机状态设置工作（见第4.3.1.3节“组合状态传感设置”）。
8. 增加了信号保护选项，该选项通过CS5引脚过载实现。此信号保护配置为对接地屏蔽层供电，以改进某些应用中的信号质量（见第4.5.1节“信号保护”）。
9. 扩大了电源电压范围，以适应5V工作。
10. 将工作温度范围从0°C - 85°C扩展到-40°C - 125°C。
11. 移除了LED。
12. SMBus地址固定在0101_000（r/w）。
13. 删除了SPI通信协议选项。
14. 删除了RESET引脚功能。
15. 删除了WAKE引脚功能。
16. 删除了$\overline{\text{ALERT}}$引脚配置。
17. 表A.1，“寄存器差异”给出了寄存器集的差异。

表A.1 寄存器差异

地址	寄存器差异	差异	默认值
00h 第31页	增加了位——主控制寄存器	增加了C_GAIN[1:0]和COMBO位。 更改了COMBO位置1时GAIN[1:0]位的功能。	00h
02h 第33页	增加了位——一般状态寄存器	针对新的电源按钮功能增加了bit 4 PWR。 增加了bit 5 ACAL_FAIL以指示模拟校准失败。 增加了bit 6 BC_OUT。 删除了bit 4 LED状态。	00h

© 2014 Microchip Technology Inc.

表A.1 寄存器差异（续）

地址	寄存器差异	差异	默认值
04h	删除了LED状态寄存器	删除了寄存器	n/a
20h 第37页	删除了位——配置寄存器	删除了bit 6 WAKE_CFG。	20h
26h 第44页	重命名校准激活和状态寄存器并增加了功能	除了强制校准外，此寄存器还指示各传感器输入的校准状态。	00h
29h 第46页	新增信号保护使能寄存器	新增用于信号保护功能的寄存器	00h
2Eh 第50页	新增基准计数超限寄存器	新增用于校准状态的寄存器	00h
44h 第38页	增加和删除位——配置2寄存器	增加了bit 1 ACAL_FAIL_INT。 将bit 4 BLK_POL_MIR更改为BC_OUT_INT。 将bit 6 ALT_POL更改为BC_OUT_RECAL。 删除了bit 7 INV_LINK_TRAN。	40h
60h 第57页	新增电源按钮寄存器	新增用于电源按钮功能的寄存器	00h
61h 第58页	新增电源按钮配置寄存器	新增用于配置电源按钮功能的寄存器	00h
71h	删除了LED输出类型寄存器	删除了寄存器	n/a
72h	删除了传感器输入LED链接寄存器	删除了寄存器	n/a
73h	删除了LED极性寄存器	删除了寄存器	n/a
74h	删除了LED输出控制寄存器	删除了寄存器	n/a
77h	删除了已链接LED转换控制寄存器	删除了寄存器	n/a
79h	删除了LED镜像控制寄存器	删除了寄存器	n/a
80h 第60页	增加了校准灵敏度配置1寄存器	新增用于接近检测的寄存器	00h
81h 第60页	更改了校准灵敏度配置2寄存器	将LED行为寄存器更改为用于接近检测的新寄存器	00h
82h	删除了LED行为寄存器2	删除了寄存器	n/a
84h	删除了LED脉冲1周期寄存器	删除了寄存器	n/a

表A.1 寄存器差异（续）

地址	寄存器差异	差异	默认值
85h	删除了LED脉冲2周期寄存器	删除了寄存器	n/a
86h	删除了LED呼吸周期寄存器	删除了寄存器	n/a
88h	删除了LED配置寄存器	删除了寄存器	n/a
90h	删除了LED脉冲1占空比寄存器	删除了寄存器	n/a
91h	删除了LED脉冲2占空比寄存器	删除了寄存器	n/a
92h	删除了LED间歇占空比寄存器	删除了寄存器	n/a
93h	删除了LED直接占空比寄存器	删除了寄存器	n/a
94h	删除了LED直接斜坡速率寄存器	删除了寄存器	n/a
95h	删除了LED关断延时寄存器	删除了寄存器	n/a
FDh 第60页	更改了产品ID	新增表示CAP1298-1的产品ID	71h
FFh 第61页	更改了版本寄存器	更改了版本	00h

© 2014 Microchip Technology Inc.

附录B 版本历史

表B.1 版本历史

版本和日期	节/图/条目	修正
CAP1298版本A替换了之前的SMSC版本1.0		

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：

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。

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: 852-2401-1200
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: 86-571-2819-3187
Fax: 86-571-2819-3189

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

10/28/13

© 2014 Microchip Technology Inc.