MGC3030/3130 3D 跟踪和手势控制器

简介

Microchip 的 MGC3X30 是基于 Microchip 专利 GestIC® 技术开发的 3D 手势识别和运动跟踪控制器芯片。它们利用手和手指的移动作为用户命令输入。MGC3X30 囊括了所有相关的模块，运用电近场传感原理，开发强大的 3D 手势输入传感系统。作为一款低功耗的可配置混合信号控制器， MGC3X30 提供了一组丰富的智能功能，包括：集成信号驱动器、用于实现自动噪声抑制的频率自适应输入路径，以及数字信号处理单元。Microchip 的片上 Colibri Suite 最大程度降低了主机处理需求，降低了系统功耗，从而简化了软件开发工作，成功实现产品的快速上市。MGC3XXX 系列代表实时提供手势信息的唯一解决方案。专用芯片系列成员将位置数据、触摸或多点触摸信息添加到自由空间手势传感。MGC3XXX 可实现跨各个行业市场的新一代用户界面。

应用

- 音频产品
- 笔记本电脑 / 键盘 /PC 外设
- 家庭自动化
- 白色家电
- 开关 / 工业开关
- 医疗产品
- 游戏控制器
- 音频控制

功耗特性

- 各种功耗模式，包括：
  - 处理模式：20 mA @ 3.3V （典型值）
  - 可编程自唤醒：110 µA @ 3.3V
  - 深度休眠：9 µA @ 3.3V （典型值）

主要特性

- 识别 3D 手势和 （x, y 和 z）位置数据 （MGC3130）
- 接近和触摸传感功能
- 内置 Colibri 手势套件 （在芯片上运行）
- 高级 3D 信号处理单元
- 检测范围：0 至 10 cm
- 接收器灵敏度：<1 fF
- 位置扫描速率：200 个位置 / 秒
- 空间分辨率：最高 150 dpi
- 载波频率：44 kHz 至 115 kHz
- 支持的通道数：
  - 5 个接收 （Rx）通道
  - 1 个发送 （Tx）通道
- 片上自动校准
- 采用低发送电压和压摆率控制可实现低噪声辐射
- 降低噪声敏感度：
  - 片上模拟滤波
  - 片上数字滤波
  - 自动跳频
- 能够使用低成本电极材料，包括：
  - 印刷电路板
  - 导电涂层
  - 导电箔
  - 激光直接成型 （Laser Direct Structuring，LDS）
  - 触摸板 ITO 结构
- 现场升级功能
- 工作电压：3.3V （+/-5%）（单电源）
- 温度范围：-20°C 至 +85°C

外设特性

- 1 个 I^2C™ 接口，用于配置和传输传感器输出
- 5 个手势端口引脚，用于将手势单独映射到 EIO

注：	本数据手册适用于MGC3030和MGC3130器件。在整篇文档中， MGC3X30 代表的都是这两个器件。

© 2013-2015 Microchip Technology Inc.

表 1： MGC3X30 封装方式

器件编号	封装方式	引脚数	触点 / 引脚间距	尺寸
MGC3030	SSOP	28	0.65	7.80x10.50
MGC3130	QFN	28	0.5	5x5

注： 除非指定，否则所有尺寸均以毫米（mm）为单位。

表 2： MGC3X30 特性概述

	手势识别	位置跟踪	原始数据传输	多点触摸手指跟踪	接近时唤醒	深度休眠	手势端口引脚数	Rx 接收电极数	I^2C™ 端口数
MGC3030	有	无	有	无	有	有	5	5	1
MGC3130	有	有	有	无	有	有	5	5	1

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

引脚图

图 1： 28 引脚图 （MGC3130）

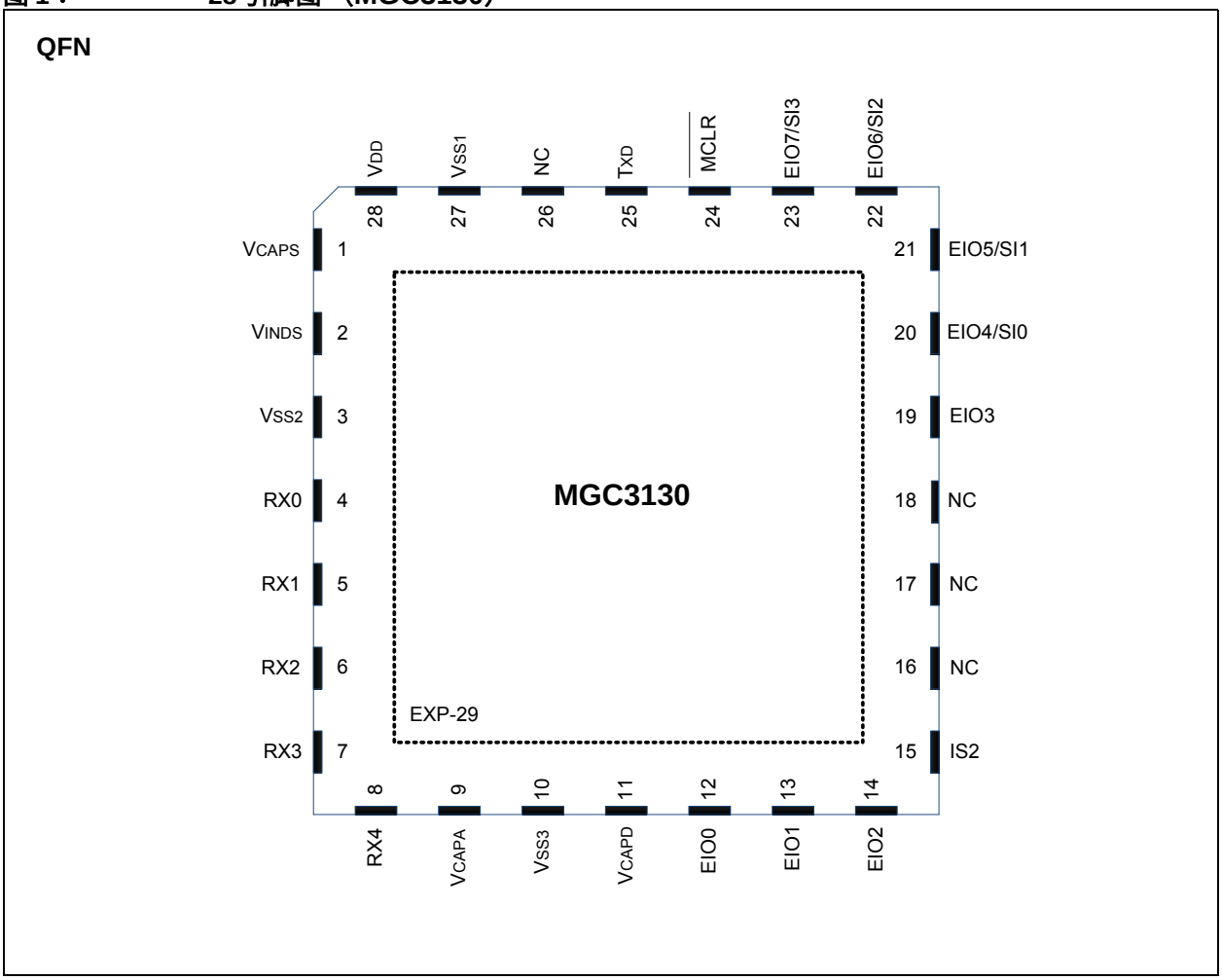
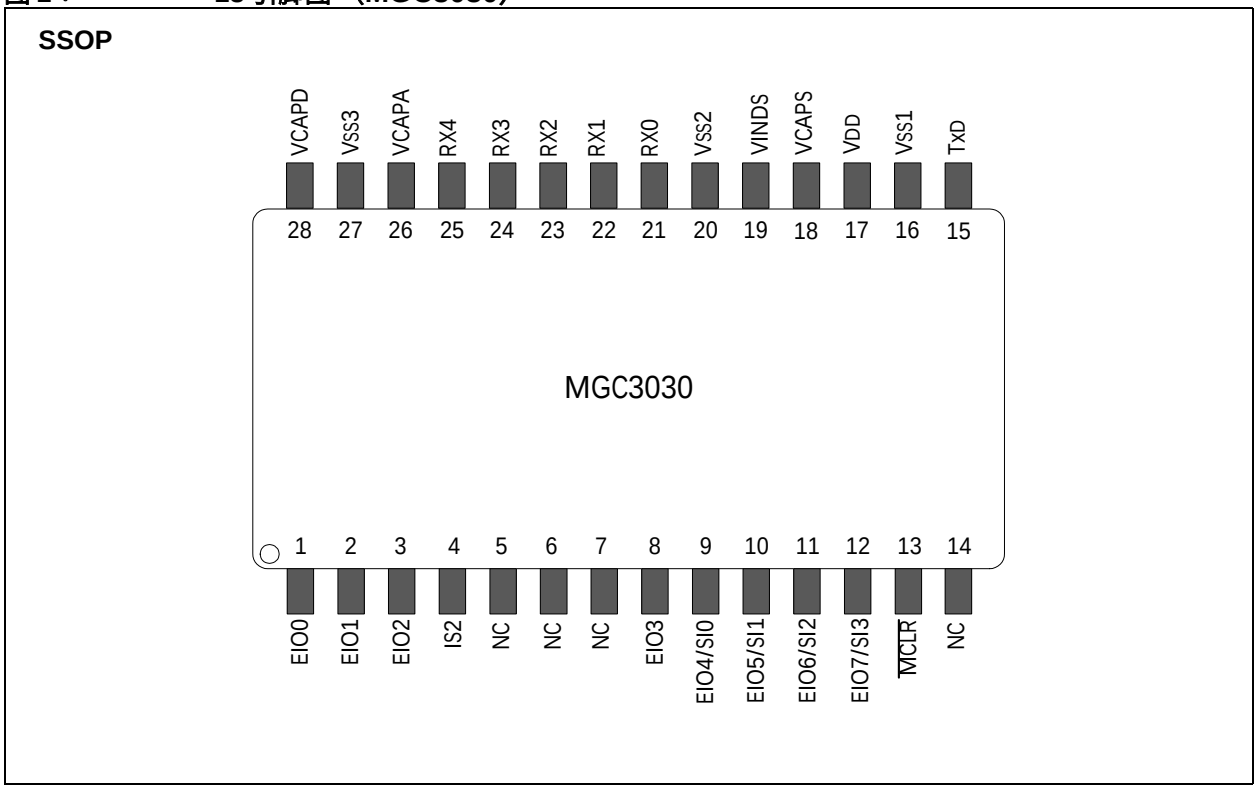


图 2： 28 引脚图 （MGC3030）



 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

表 3：　引脚汇总

引脚名称	引脚编号		引脚类型	缓冲器类型	说明
	28-QFN	28-SSOP			
VCAPS	1	18	P	—	保留：连接到 VDD。
VINDS	2	19	P	—	保留：不连接。
VSS2	3	20	P	—	地。
RX0	4	21	I	模拟	模拟输入通道：接收电极连接。
RX1	5	22	I	模拟	
RX2	6	23	I	模拟	
RX3	7	24	I	模拟	
RX4	8	25	I	模拟	
VCAPA	9	26	P	—	外部滤波电容 （4.7 μF）连接，用于内部模拟稳压器 （3V）。
VSS3	10	27	P	—	模拟和数字域的公共参考地。
VCAPD	11	28	P	—	外部滤波电容 （4.7 μF）连接，用于内部数字稳压器 （1.8V）。
EIO0	12	1	I/O	ST	扩展 IO0 （EIO0） / 传输状态 （TS）。 TS 线需要 10 kΩ 的外部上拉电阻。
EIO1	13	2	I/O	ST	扩展 IO1 （EIO1） / 接口选择引脚 1 （IS1）。
EIO2	14	3	I/O	ST	扩展 IO2 （EIO2） /IRQ0。
IS2	15	4	I	ST	接口选择引脚 2 （IS2）。
NC	16	5	—	—	保留：不连接。
NC	17	6	—	—	保留：不连接。
NC	18	7	—	—	保留：不连接。
EIO3	19	8	I/O	ST	扩展 IO3 （EIO3） /IRQ1。
EIO4/SI0	20	9	I/O	ST	扩展 IO4 （EIO4） / 串行接口 0 （SI0）：I^2C_SDA0。使用 I^2C™ 接口时，此线需要 1.8 kΩ 的外部上拉电阻。
EIO5/S11	21	10	I/O	ST	扩展 IO5 （EIO5） / 串行接口 1 （SI1）：I^2C_SCL0。使用 I^2C 接口时，此线需要 1.8 kΩ 的外部上拉电阻。
EIO6/S12	22	11	I/O	ST	扩展 IO6 （EIO6）。
EIO7/S13	23	12	I/O	ST	扩展 IO7 （EIO7）。
$\overline{MCLR}$	24	13	I/P	ST	主复位输入。此引脚为低电平有效的器件复位输入。它需要 10 kΩ 外部上拉电阻。
TXD	25	15	O	模拟	发送电极连接。

图注：　P = 电源； ST = 带 CMOS 电平的施密特触发器输入； O = 输出； I = 输入；— = N/A

© 2013-2015 Microchip Technology Inc.

表 3：　引脚汇总

引脚名称	引脚编号		引脚类型	缓冲器类型	说明
	28-QFN	28-SSOP			
NC	26	14	—	—	保留：不连接。
V_{SS1}	27	16	P	—	模拟和数字域的公共参考地。
V_{DD}	28	17	P	—	外设逻辑和 I/O 引脚的正电源。它需要外部滤波电容 （100 nF）。
EXP	29	—	P	—	裸露焊盘。应该接地。

图注：　P = 电源； ST = 带 CMOS 电平的施密特触发器输入； O = 输出； I = 输入；— = N/A

© 2013-2015 Microchip Technology Inc.

目录

1.0 工作原理：电近场 （电场）传感 8
2.0 特性说明 10
3.0 系统架构 14
4.0 功能说明 17
5.0 接口说明 26
6.0 应用架构 34
7.0 开发支持 37
8.0 电气规范 39
9.0 封装信息 40
Microchip 网站 47
变更通知客户服务 47
客户支持 47
产品标识体系 48

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，请访问我公司的网站：

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：DS30000000A_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。

1.0 工作原理：电近场 （电场）传感

Microchip 的 GestIC 是 3D 传感技术，该技术利用电场（E-field）进行高级接近传感。它可以通过检测、跟踪和分类用户在自由空间中的手势来实现新用户界面应用。

电场由电荷产生，分布在表面带电荷的三维空间。

对电极施加直流电压 （DC）会产生持续电场。施加交流电压（AC）时电荷会随着时间变化，从而产生电场。当电荷随着频率 f 按照正弦曲线变化时，产生的电磁波特性波长 λ = c/f，其中 c 是波速——真空中的光速。在波长比电极几何大小大很多的情况下，磁分量实际为零，且不会传播电波。所得到的是准静态电近场，可用于感应导电物体 （如人体）。

Microchip 的 GestIC 技术使用 100 kHz 范围内的发送（Tx）频率，这会反射出大约 3 km 的波长。电极几何大小通常小于 14 x 14 cm，相比而言波长较大。GestIC 系统工作无需波的传播。

在人手或手指进入电场时，电场会失真。由于人体本身的导电性，因此电场线会沿着手部分流到地面。本地的三维电场会减小。Microchip 的 GestIC 技术使用最少 4 个接收器（Rx）电极检测不同位置的电场变化，以测量电场失真 （偏离所接收到的不断变化的信号）的根源。该信息用于计算位置、跟踪移动 （MGC3130）和分类移动模式 （手势， MGC3X30）。

图 1-1 和图 1-2 显示了接地的人体对电场的影响。人体的接近会导致等电位线的压缩，并将 Rx 电极信号电平转为较低的测量值。

图 1-1： 未失真电场的等电位线

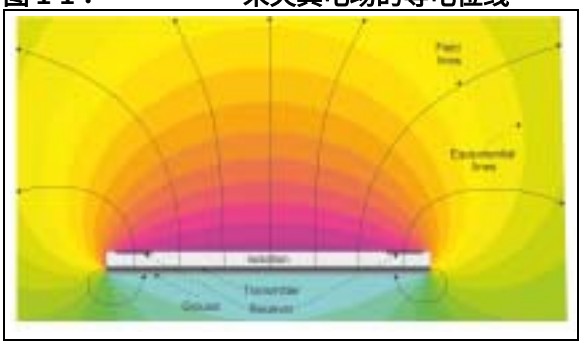
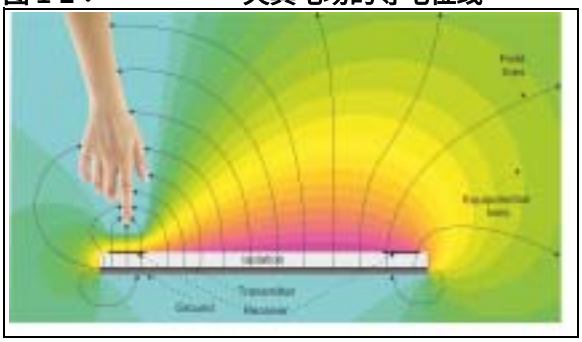


图 1-2： 失真电场的等电位线



 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

1.1 GestIC® 技术优势

- GestIC 电场传感器不受周围环境 （如光或声）的影响，而这些对其他多数 3D 技术都有负面影响。
- GestIC 技术允许在片内执行手势 / 位置跟踪处理——无需主机处理。 Microchip 提供的 Colibri Suite，可在片内运行，它包含了多种算法。
- GestIC 技术具有高抗噪性能，可以提供较高的更新速率和分辨率及较短的延迟时间，也不受覆盖层、表面结构或反射率的影响。
- 使用 44-115 kHz 范围内的载波频率，优点是在无线电调频范围以外。同样，GestIC 也不会受到无线电干扰的影响。
- 使用较薄的低成本材料作为电极，以在纤细的工业设计中降低系统成本。
- 进一步使用现有电容传感器结构 （如触屏面板的 ITO 涂层）可节省额外的成本，并利于技术集成。
- 用户的肉眼看不到电极，因为电极在外壳表面下或集成到触屏面板的 ITO 结构中。
- GestIC 集中作用于整个传感空间。因此，它可以覆盖整个表面，而不会有任何检测盲点。
- 仅使用一个 GestIC 发送器电极来产生电场。优点是整体功耗较低且传播的 EMC 噪声较低。
- 由于 GestIC 基本上都在处理原始电极信号，并将这些信号实时计算为预处理手势和 x, y, z 位置数据，因此会为任何种类的电子器件提供高度灵活的用户界面技术。

2.0 特性说明

2.1 手势定义

手势是指移动手来表达一种想法或意思。GestIC® 技术可准确感应用户的手在自由空间中的移动（非接触式位置跟踪），并根据分类的移动模式识别 3D 手势。

2.2 GestIC 库

为 MGC3X30 提供了 GestIC 库加载程序，该程序存储在芯片闪存。

使用该加载程序，可通过 I²C™ 接口将 GestIC 库加载到带有（如 Aurea GUI）（见**第 7.1 节 " Aurea 软件包 "**）的 MGC3X30 或嵌入式主机控制器。 GestIC 库包含：

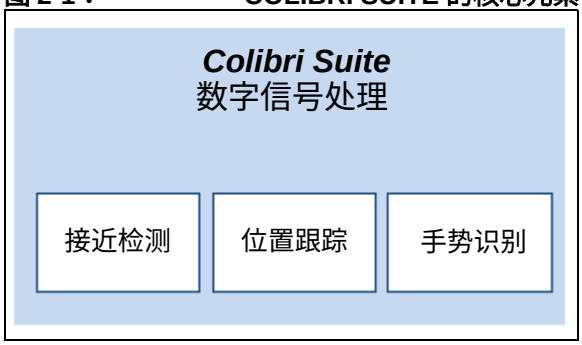
- Colibri Suite：数字信号处理 （Digital Signal Processing， DSP）算法和特性实现。
- 系统控制：MGC3X30 硬件控制功能，如模拟前端（Analog Front End，AFE）访问、接口控制和参数存储。
- 库装入器：GestIC 库通过应用主机的接口更新。

2.2.1 COLIBRI SUITE

Colibri Suite 包括数据采集、数字信号处理和解析。

Colibri Suite 的功能特性如图 2-1 所示，并在以下各节中进行说明。

图 2-1： COLIBRI SUITE 的核心元素



2.2.1.1 位置跟踪 （MGC3130）

Colibri Suite 的位置跟踪特性提供各时间点各区域的三维手势。绝对位置数据根据笛卡尔坐标系 （x, y, z）所定义的原点提供。将连续采集位置跟踪数据，并同时进行手势识别。位置扫描速率高达 200 个位置 / 秒，因而可实现最大 150 dpi 的空间分辨率。

2.2.1.2 手势识别 （MGC3X30）

Colibri Suite 的手势识别模型将检测并分类在感应区域内执行的手的移动模式。

使用基于隐马尔可夫模型 （Hidden Markov Model，HMM）的高级随机分类，可实现业界最佳手势识别率。

Colibri Suite 包含一组预定义手势，包括挥动、画圈和符号手势，如下所述：

- **挥动手势**

图 2-2： 挥动手势

挥动手势是快速挥动的单方向手势。例如，感应区域内手从西到东或从南到北（其他方向亦可）移动即属于此手势。

- **画圈手势**

图 2-3： 画圈手势

画圈手势是一种带方向的 （顺时针 / 逆时针）圆形手势移动。对于用户的手来说，没有特定的起点。GestIC 技术可区分以下两种类型的画圈手势：

1. Discrete Circles

Discrete Circles 是在检测区域内执行手移动后识别的。识别结果 （方向：顺时针 / 逆时针）在手移动停止或手离开检测区域时提供。Discrete Circles 通常用作专用的应用控制命令。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

2. AirWheel

AirWheel 是识别手在检测区域内连续画圈的方法，并实时提供画圈运动相关信息。它根据移动方向 （顺时针 / 逆时针）连续递增或递减计数器信息。可调节 AirWheel 以便于在各种应用中使用 （如音量控制、灵敏度调节或调光）。

- **传感器触摸手势**

图 2-4： 传感器触摸手势

传感器触摸是一种多区域手势识别方法，最多能报告系统电极上同时执行的 5 个触摸。

传感器触摸提供了关于触摸和单击的信息：

1. 触摸

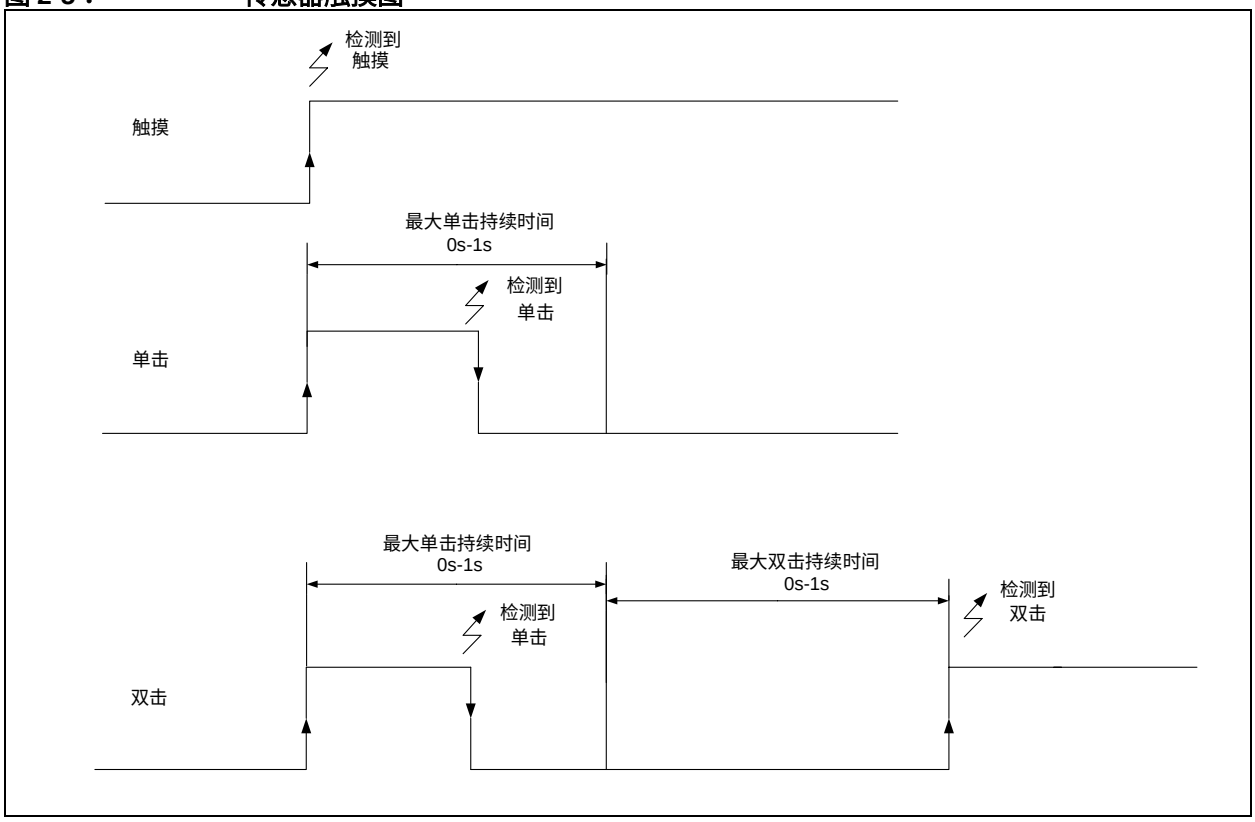
传感器触摸指示 GestIC 电极被触摸的事件。允许区分短和长触摸。

2. 单击和双击

单击和双击会指示对每个系统电极的短击和双击。点击的时长和双击的时间间隔可调。

- 单击延时：首先触摸电极表面，然后将手划出触摸区域后检测到单击。只有在触摸事件的触摸和释放之间的时间小于经调节的延时时，才能检测到单击。延长该时间允许用户有更多时间执行单击。经调节的延时范围在 0 至 1 秒之间。
- 双击延时：在经调节的延时内执行两次点击时检测到双击。经调节的延时范围在 0 至 1 秒之间。选定的延时越短，执行两次点击的速度就要越快。

图 2-5： 传感器触摸图



2.2.1.3 手势端口

图 2-6： 手势端口

手势端口允许将 Colibri Suite 特征事件灵活地映射到 MGC3X30 专用引脚的特定输出信号。各个特征事件可以映射到 5 个 EIO 引脚中的一个，并触发多种信号变化（永久高、永久低、翻转、脉冲 （100 ms）、高电平有效、低电平有效）。手势端口简化和增强了嵌入式系统集成。基于 EIO，该端口可支持无需主机干预的集成。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

2.2.1.4 接近检测

图 2-7： 接近检测

接近检测是 Microchip 的 Colibri Suite 中嵌入的节能特性。该特性会将 MGC3X30 置于休眠模式，并定期扫描感应区域，以检测是否有人手出现。

接近检测利用内置自唤醒模式，在休眠和扫描阶段之间切换。在扫描阶段，可以极低功耗检测到人手的接近。更多详细信息，请参见**第 4.2.4.3 节 “ 自唤醒模式 ”**。

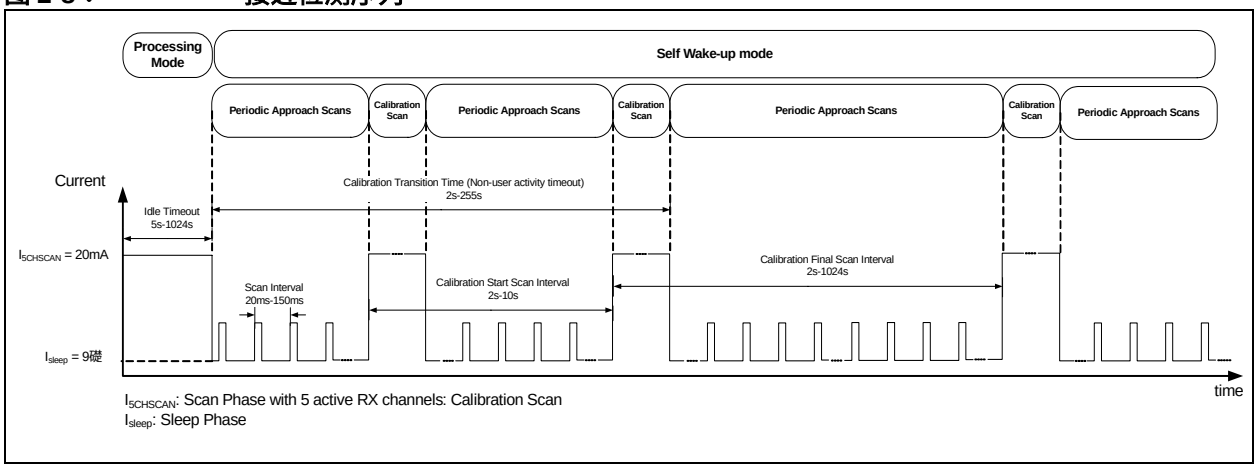
检测到超出所配置阈值条件的用户的接近时，会将 MGC3X30 从自唤醒模式切换到处理模式，甚至将整个系统中的应用主机都从自唤醒模式切换到处理模式。

在接近检测序列内，将执行以下扫描：

- **接近扫描**：接近扫描在 MGC3X30 的自唤醒模式的扫描阶段执行。通常，1 个 Rx 通道处于活动状态，而更多通道可以通过 GestIC 库激活。可以配置两次连续的接近扫描之间的时间间隔 （扫描间隔）。对于典型应用，扫描周期在 20 ms 到 150 ms 的范围内。接近扫描期间，监视激活的 Rx 通道是否有人手接近或超出所定义阈值等引起的信号变化。这允许在功耗非常低的情况下自发唤醒 MGC3X30 和主机应用。
- **校准扫描** (1)：接近检测特性可执行其他校准扫描，连续调整电极系统以适应环境变化。
  校准扫描在 MGC3X30 的自唤醒模式的扫描阶段执行。会有 5 个 Rx 通道处于活动状态，以校准传感器信号。通常，执行校准扫描的可配置时间间隔为 2s 到 1024s。
  为了降低功耗，在特定时间内没有用户活动之后，可以减少每秒的扫描次数。 Colibri Suite 向客户提供了完整的灵活性，配置起始校准扫描速率 （校准起始扫描间隔） 、无用户活动超时 （校准过渡时间），以及后来要用到的校准扫描速率 （校准最终扫描间隔）。典型的实现是在最初的 2 分钟内每 2s 使用一次校准扫描，随后每 10s 进行一次校准扫描，直到检测到接近为止。

接近检测特性的时序如图 2-8 所示。

图 2-8： 接近检测序列



3.0 系统架构

MGC3X30 是混合信号可配置控制器。整个系统解决方案由三个主要模块组成 （见图 3-1）：

- MGC3X30 控制器
- GestIC 库
- 外部电极

3.1 MGC3X30 控制器

MGC3X30 具有以下主要模块：

- 低噪声模拟前端 （AFE）
- 数字信号处理单元 （Signal Processing Unit，SPU）
- 通信接口

MGC3X30 可以提供用于产生电场的发送信号，调节接收电极的模拟信号并在 SPU 上以数字形式处理这些数据。MGC3X30 和主机之间的数据交换通过控制器的通信接口或手势端口进行。详细信息，请参见**第 4.0 节 “ 功能说明 ”**。

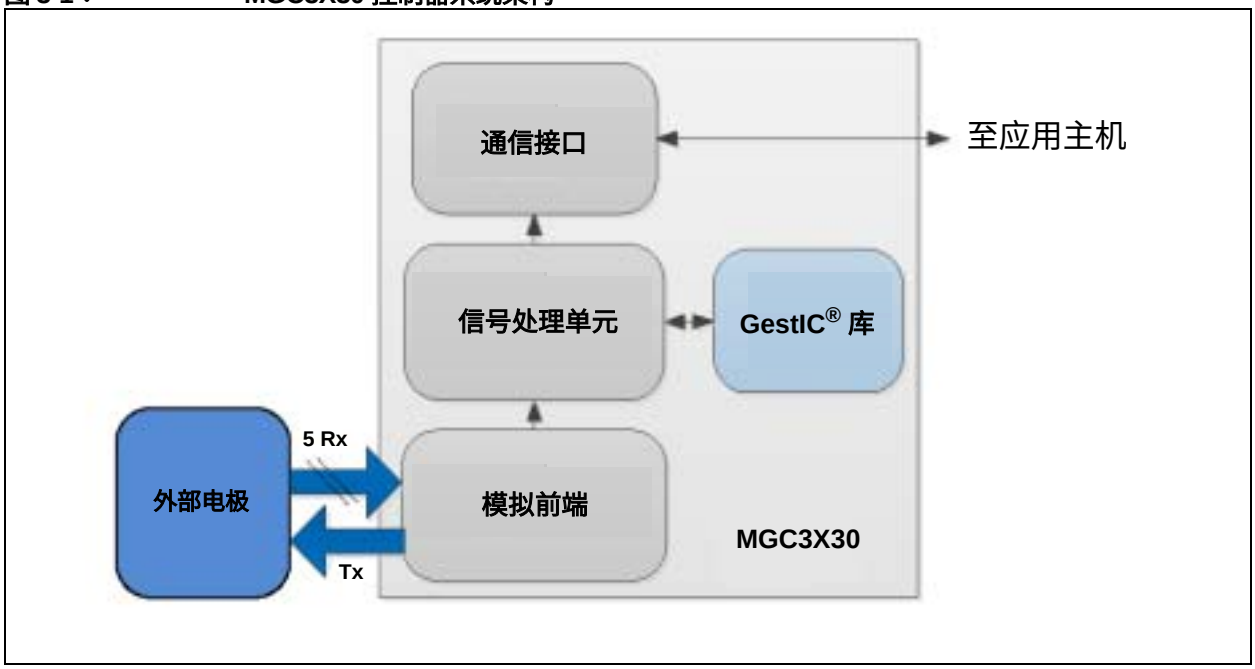
3.2 GestIC® 库

嵌入式 GestIC 库进行了优化，以同时确保连续实时的自由空间手势识别和运动跟踪 （MGC3130） 。它可以完全配置，并允许分别为每个应用和外部电极确定必需的参数。

3.3 外部电极

电极连接到 MGC3X30。电极需要按照 《GestIC® 设计指南》中的指导方针单独进行设计，以实现最佳电场分配和检测由用户造成的电场变化。

图 3-1： MGC3X30 控制器系统架构



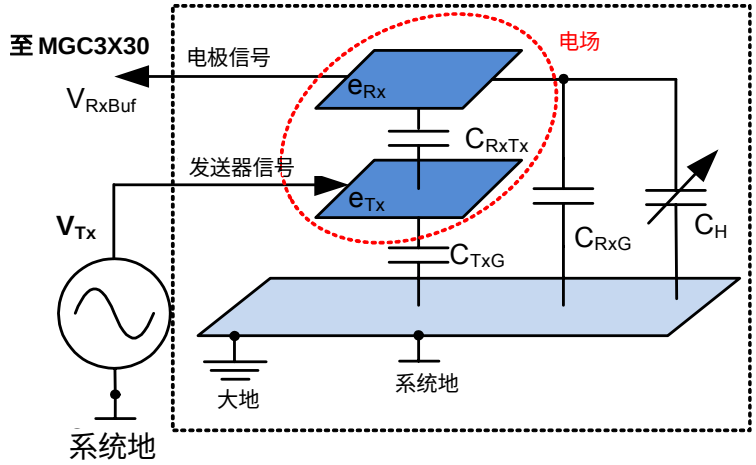
 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

3.3.1 电极等效电路

GestIC 系统的手位置跟踪和手势识别功能取决于电极设计及其材料特性。

通用 GestIC 电极系统的简化等效电路模型如图 3-2 所示。

图 3-2： 接地电极电容等效电路



- V_{Tx}：Tx 电极电压
- V_{RxBuf}：MGC3X30 Rx 输入电压
- C_H：接收电极和手 （大地）之间的电容。相对于人的躯体来说，手的尺寸非常小，始终可以视为接地。
- C_{RxTx}：接收电极和发送电极之间的电容
- C_{RxG}：接收 （Rx）电极到系统地的电容 + MGC3X30 接收器电路的输入电容
- C_{TxG}：发送 （Tx）电极到系统地的电容
- e_{Rx}：Rx 电极
- e_{Tx}：Tx 电极

GestIC 电极系统中的 Rx 和 Tx 电极使用电容 C_{RxTx} 和 C_{RxG} （由电极设计决定）构建电容分压器。 C_{TxG} 表示 Tx 电极到系统地的电容，由 Tx 信号驱动。Rx 电极测量所产生电场的电位。如果导电物体（例如，手）接近 Rx 电极， C_H 电容会改变。这一毫微微法拉范围内的微小变化会被 MGC3X30 接收器检测到。

公式 3-1 中给出了接地电路的等效电路公式。

公式 3-1： 电极等效电路

$$V_{RxBuf} = V_{Tx} \times \frac{C_{RxTx}}{C_{RxTx} + C_{RxG} + C_H}$$

接地设备的常见示例是笔记本电脑，即使其未通过电源或以太网连接接地。由于其较大的外形，会提供 50 pF 范围内的较高接地电容，因此，可以假定其为接地 GestIC 系统。

表 3-1 中对电极电容典型值进行了概述。

表 3-1： 电极电容典型值

电容	典型值
C_{RxTx}	10...30 pF
C_{TxG}	10...1000 pF
C_{RxG}	10...30 pF
C_H	<1 pF

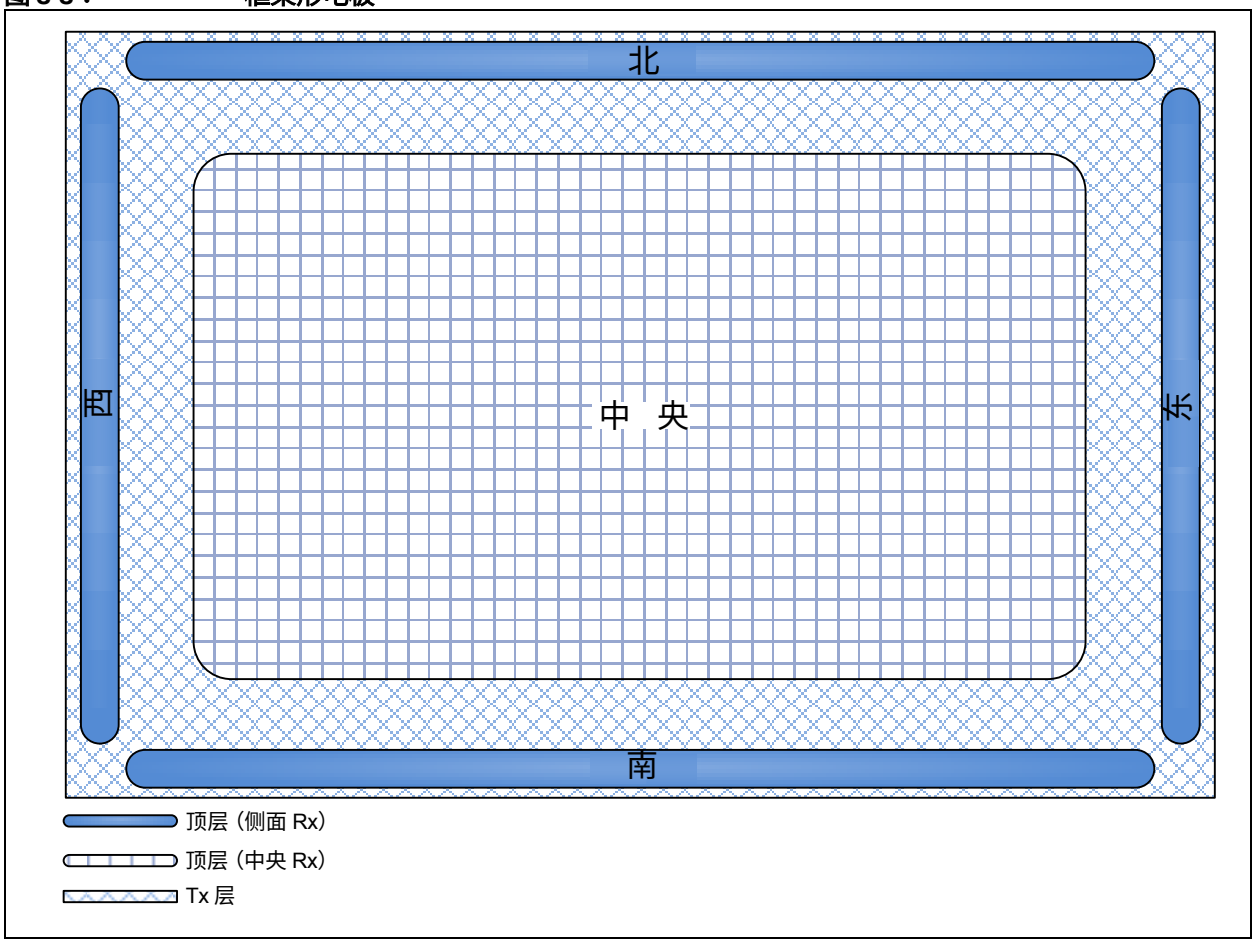
注：	理想的设计具有较低的 C_{RxTx} 和 C_{RxG}，用于确保电极系统的较高灵敏度。最优结果通过使 C_{RxTx} 和 C_{RxG} 值保持在同一范围内来实现。

3.3.2 标准电极设计

MGC3X30 电极系统通常为双层设计， Tx 发送电极在底层，保护器件不接地，从而确保较高的接收灵敏度。 Tx 层上方放置了最多 5 个同样小的 Rx 电极，为 GestIC 系统提供空间分辨率。 Tx 和 Rx 由绝缘层隔开。如图 3-3 所示， Rx 电极通常按照框架结构排列。框架使用最大 14 x 14 cm 的维度定义内部感应区域。框架中心可选的第 5 个电极可用于改善距离测量和增加简单触摸功能。

电极的形状可以设计为实心体，也可以采用结构化。除了 Rx 和 Tx 电极之间的距离和材料外，形状结构密度也控制着电容 C_{RxTx}，从而也控制系统的灵敏度。

图 3-3： **框架形电极**



 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

4.0 功能说明

Microchip Technology 的 MGC3X30 可配置控制器使用最多 5 个电场接收电极。MGC3X30 具有信号处理单元（SPU），可以预处理各种 3D 手势应用，由于无需任何主机处理，从而缩短开发周期。

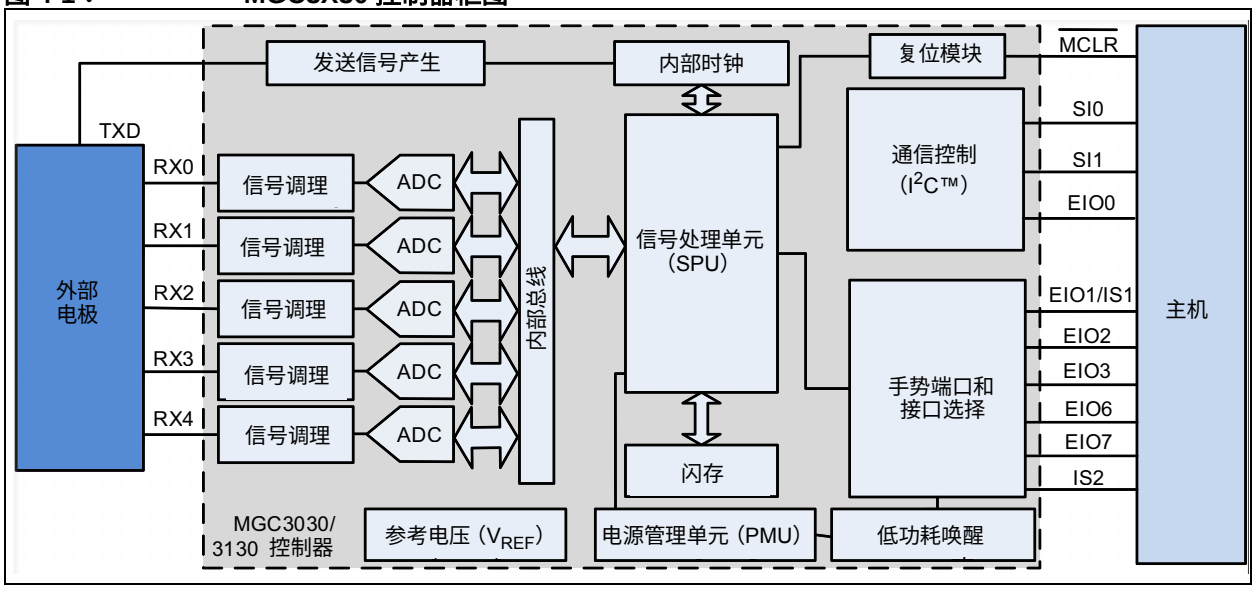
由于芯片的低功耗设计并且具有多种可编程功耗模式，因此能够始终使能 3D 传感，即使是在电池供电的移动设备中。自唤醒模式会触发到应用主机的中断，以对用户和器件的交互做出反应，降低整个主机系统的功耗。

MGC3X30 具有一个增强型 I^2C 接口，包括 SDA、SCL 和 TS 线 （EIO0），用于与主机控制器进行数据交换。

GestIC 传感电极由频率在 100 kHz 范围内的低压信号驱动，这样允许其导电结构由任意低成本材料组成。即使重复使用现有导电结构（如显示屏的 ITO 涂层）也可行，从而使得 MGC3X30 成为一个整体上非常具有成本效益的系统解决方案。

图 4-1 概述了 MGC3X30 主要模块。这些模块将在后面的章节中进行说明。

图 4-1： MGC3X30 控制器框图



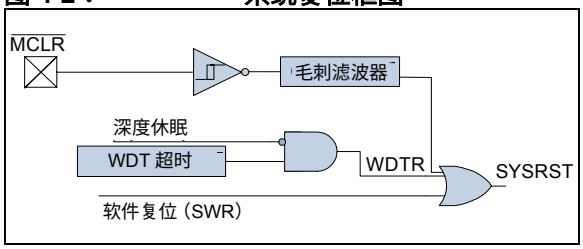
4.1 复位模块

复位模块将所有复位源组合在一起。它控制器件系统的复位信号 （SYSRST）。以下所列是器件的复位源：

- $\overline{\text{MCLR}}$：主复位引脚
- SWR：通过 GestIC 库加载程序可用的软件复位
- WDTR：看门狗定时器复位

复位模块的简化框图如图 4-2 所示。

图 4-2： 系统复位框图



4.2 电源控制和时钟

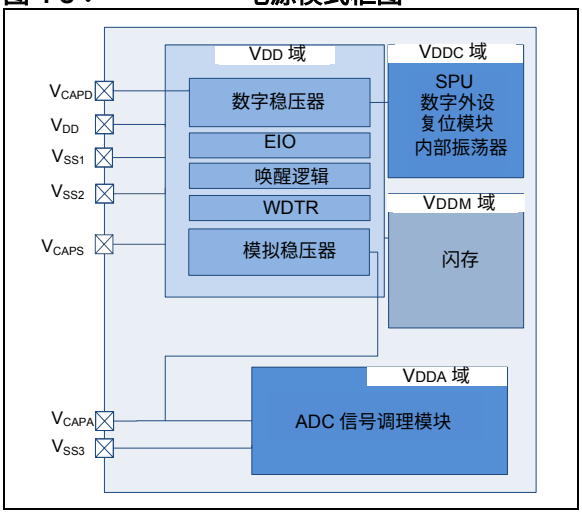
4.2.1 电源管理单元 （PMU）

器件的 VDD 需要 3.3V ±5% 的电源电压。

根据图 4-3，使用的电源域如下所示：

- **VDD 域**：此域由 VDD = 3.3V ±5%（典型值为 3.3V）电压供电。VDD 是 EIO、唤醒逻辑、WDTR 和内部稳压器的外部电源。
- **VDDC 域**：此域由 VDDC = 1.8V 电压供电。该电压由嵌入式低阻抗和快速线性稳压器生成。稳压器可以在任何条件 （包括深度休眠模式期间）下工作，从而保留了 MGC3X30 的数据现场。 VDDC 是数字模块、复位模块和 RC 振荡器的内部电源电压。VCAPD 引脚上需要外部模块电容 CEFCD。
- **VDDA 域**：此域由 VDDA = 3.0V 电压供电。该电压由嵌入式低阻抗和快速线性稳压器生成。在深度休眠模式下，将关闭模拟稳压器。VDDA 是 ADC 和信号调理的内部模拟电源电压。VCAPA 引脚上需要外部模块电容 CEFCA。
- **VDDM 域**：此域由 VDDM = 3.3V 电压供电。 VDDM 是内部闪存的内部电源电压。VDDM直接通过VDD = 3.3V 供电。

图 4-3： 电源模式框图



 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

4.2.2 电源监视器

在上电序列中，在 VDD 达到 1.5V （最低为 1.2V）电压之后，系统将保持复位条件大约 200 µs （复位延时：t_{RSTDLY}）。在此延时期间，系统复位将保持低电平且通常 VDD 应达到 2V。

当复位延时结束时，系统复位将释放 （为高电平），并且系统启动上电 / 超时 （t_{PWRT}）序列。系统启动时间取决于所使用的 VDD 电压。上电 / 超时周期 （t_{PWRT}）在复位后占用 36 个 LSO 周期。（见表 4-3）。

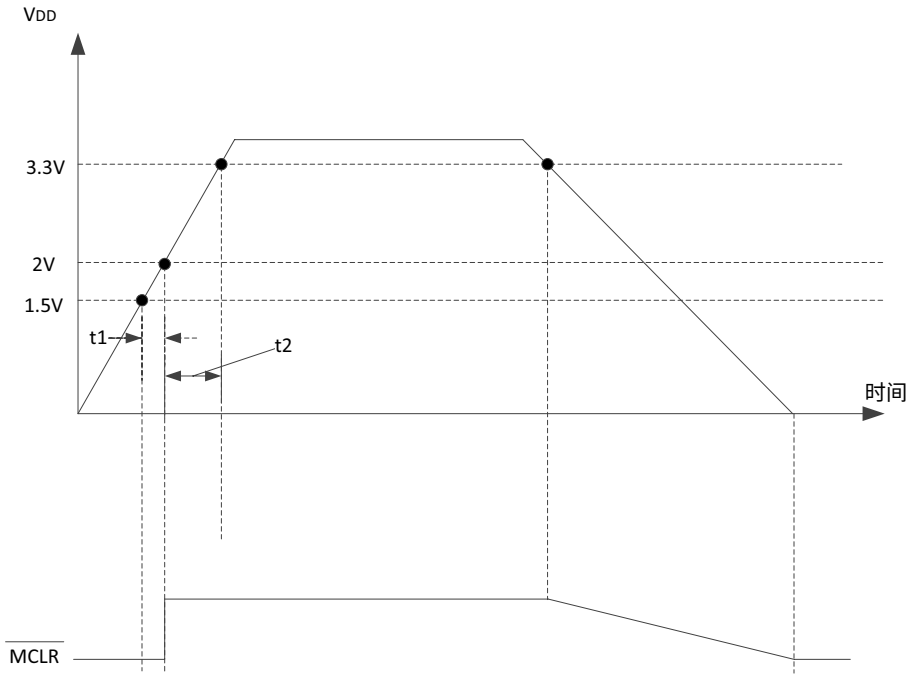
系统在发生以下事件时启动 （见图 4-4）：

- 上电 / 超时周期 （t_{PWRT}）已结束
- 在 t_{PWRT} 时序结束前， VDD 已达到 3.3V

通过 （从 0V）增加 VDD 引脚上的电压启动上电序列。如果 VDD 上升时间的斜率快于 4.5 V/ms，系统将正常启动。

如果斜率小于 4.5 V/ms，则必须通过外部电路将 $\overline{MCLR}$ 引脚保持为低电平，直至 VDD 达到有效工作电平。

图 4-4： 电源监视器



t1 ：t_{RSTDLY} : 复位延时通常为 200 µs，最低为 120 µs
t2 ：t_{PWRT} : 上电延时

4.2.3 时钟

MGC3X30 嵌入了两个内部振荡器，分别是高速和低速振荡器。高速振荡器 （High-Speed Oscillator， HSO）出厂时经过微调，达到了较高的精度。

- **高速振荡器 （HSO）**：

MGC3X30由在22.5 MHz ±10%频率下运行的内部HSO提供时钟，功耗非常低。此时钟用于生成 Tx 信号，以触发 ADC 转换和运行 SPU。在深度休眠模式下，HSO 时钟将关闭。

- **低速振荡器 （LSO）**：

此低速、超低功耗振荡器通常以 32 kHz （误差为 ±10 kHz）的频率运行。在节能模式下使用。

4.2.4 工作模式

MGC3X30 提供三种工作模式，允许用户平衡功耗与器件功能。在本章描述的所有模式中，节能模式由 GestIC 库报文配置。

4.2.4.1 处理模式

在此模式下，使能所有电源域，且 SPU 连续运行。所有外设数字模块都处于活动状态。手势识别和位置跟踪需要处理工作模式。

4.2.4.2 深度休眠模式

在深度休眠模式下，V_{DDM} 和 V_{DDA} 关闭，V_{DDC} 仍然供电以保留 SPU 的数据。

该模式包括以下特性：

- SPU 暂停
- 高速振荡器关闭
- 低速振荡器运行
- 看门狗关闭
- 主机接口引脚处于活动状态，用于进行唤醒

这会使 MGC3X30 达到可能的最低功耗。

如果发生以下任一事件，MGC3X30 都将从深度休眠模式恢复：

- 检测到外部中断 （IRQ0）或 I^2C0 启动位
- MCLR 复位

深度休眠模式可以由 GestIC 库报文使能。

4.2.4.3 自唤醒模式

自唤醒模式是低功耗模式，允许自动唤醒 MGC3X30 和应用主机。在此模式下， MGC3X30 会自动周期性的在休眠和扫描阶段之间交替。

MGC3X30 的快速唤醒通常在 1 ms 以内，可以在非常有效的周期内执行扫描和最大程度延长休眠阶段。

周期性唤醒序列由LSO频率下运行的可编程唤醒定时器触发，该定时器可由接近检测功能调整。

MGC3X30 通过 GestIC 库报文或非活动超时进入自唤醒模式。无活动是指感应区域内未检测到用户。

发生以下任一事件时， MGC3X30 都将从自唤醒恢复：

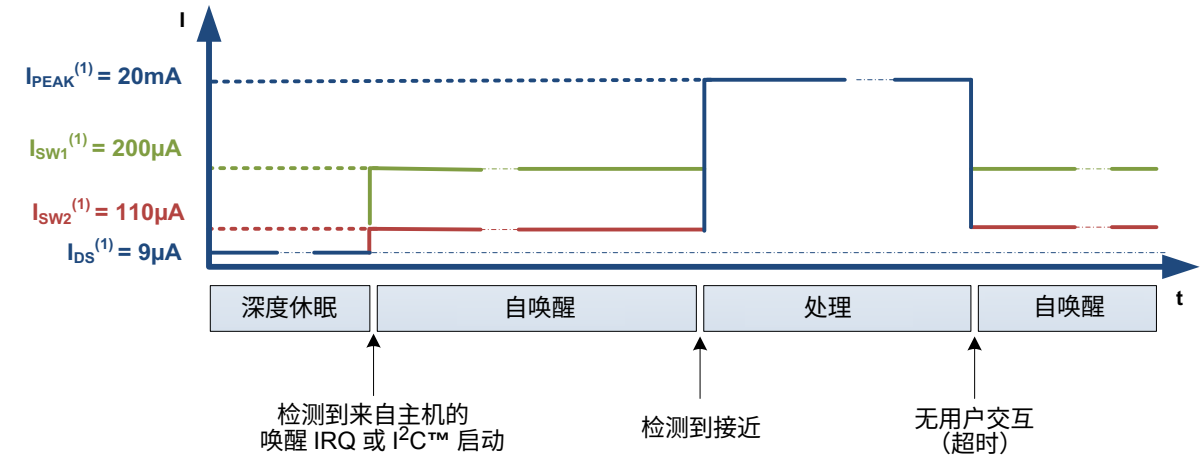
- 唤醒定时器溢出事件
- 检测到外部中断 （IRQ0）或 I^2C0 启动位
- MCLR 或 WDTR 时

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

4.2.4.4 MGC3X30 电源图解

MGC3X30 电源图解如图 4-5 所示。

图 4-5： MGC3X30 电源图解



I_{PEAK} ：具有 5 个 Rx 通道的处理模式
I_{SW1} ：具有 150 ms 接近扫描和 10s 校准扫描的自唤醒模式
I_{SW2} ：具有 150 ms 接近扫描且无校准扫描的自唤醒式
I_{DS} ：深度休眠模式
(1) 这些是电压值为 3.3V 时的初始典型值。

表 4-1 中汇总了 MGC3X30 在不同工作模式下的电流消耗。

表 4-1： 电流消耗概述

模式	电流消耗	条件
处理模式	20 mA	VDD = 3.3V 激活了 5 个 Rx 通道
自唤醒模式	110 µA	VDD = 3.3V 无校准扫描 激活了 1 个 Rx 通道
	200 µA	VDD = 3.3V 每 10s 进行校准扫描 激活了 1 个 Rx 通道
深度休眠模式	9 µA	VDD = 3.3V

注： 在处理模式下，始终激活 5 个 Rx 通道。在 Aurea 中仅选择 4 个 Rx 通道不会对处理模式期间的电流消耗产生任何影响。

自唤醒模式电流消耗取决于自唤醒模式期间的激活通道数、接近扫描和校准扫描重复周期。更改这些参数会产生不同的电流消耗值。

图 4-6 和图 4-7 说明了随着接近扫描和校准扫描周期变化自唤醒模式的电流消耗。

图 4-6：　接近扫描和校准扫描间时间间隔变化时的电流消耗

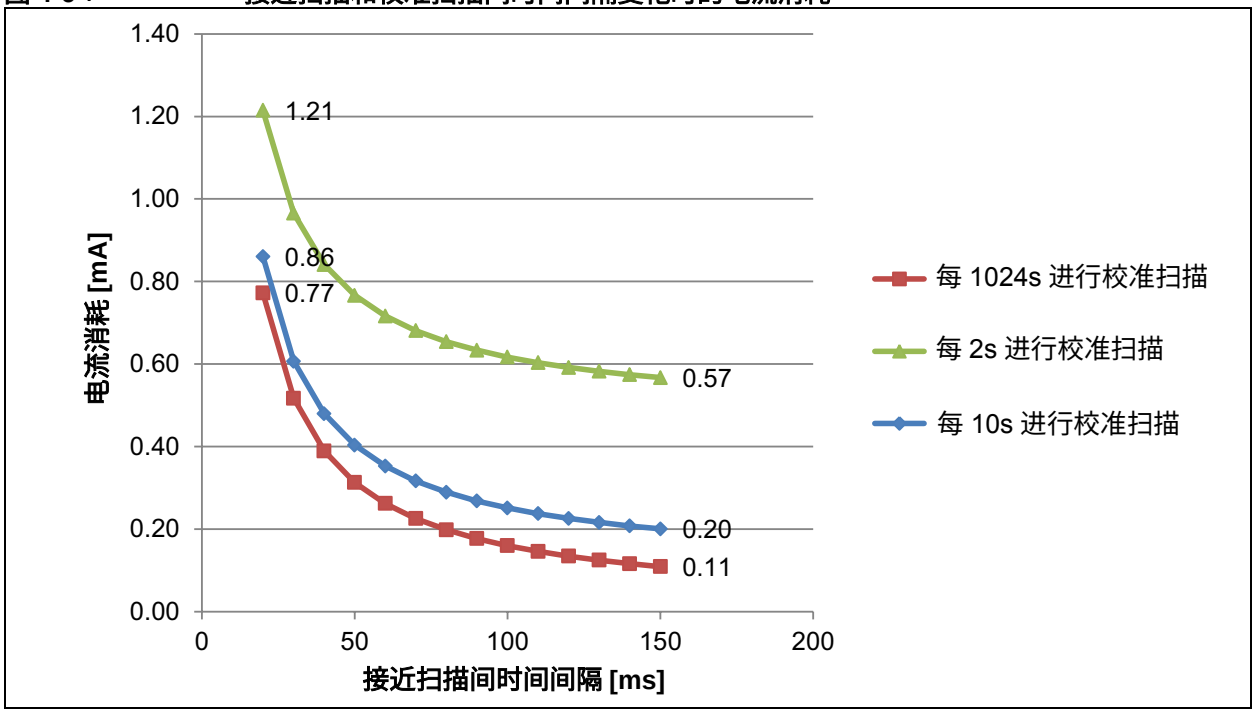
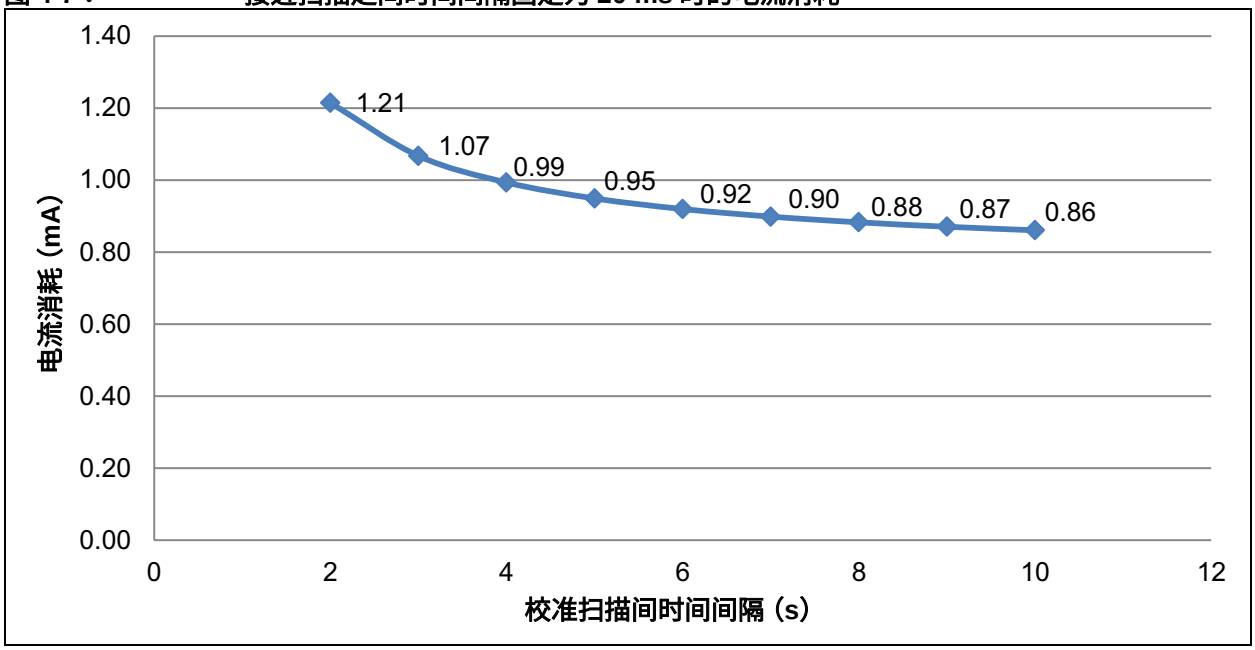


图 4-7：　接近扫描之间时间间隔固定为 20 ms 时的电流消耗



© 2013-2015 Microchip Technology Inc.

4.2.4.5 工作模式汇总

表 4-2 汇总了 MGC3X30 的工作模式。

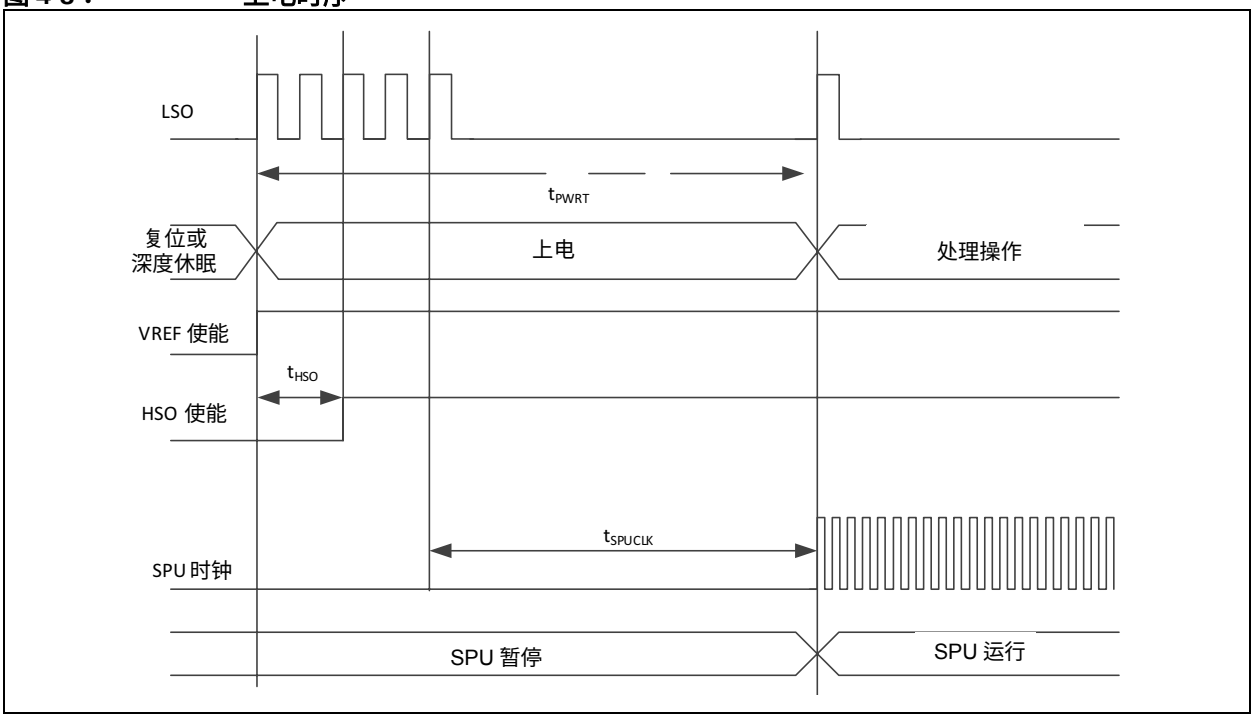
表 4-2： 工作模式汇总

模式	进入	退出	注释
处理	I²C0/IRQ0/ 接近 /MCLR/ WDTR/ 软件复位	GestIC® 库报文 / 非活动超时 / WDTR	- 处理模式，最多可以有 5 个电极在连续运行 - 完全的定位和手势识别功能
自唤醒	超时 /GestIC® 库报文	I²C0/IRQ0/ 唤醒定时器 /MCLR/ WDTR	- 扫描阶段，可配置活动 Rx 通道数，唤醒定时器用于恢复系统 - 接近检测功能 - 快速唤醒时间 - 功耗非常低
深度休眠	GestIC® 库报文	I²C0/IRQ0/MCLR	-SPU 停止，模拟稳压器关闭，看门狗关闭 - 无定位或手势检测 - 功耗极低 - 需要应用主机触发，以切换到自唤醒模式或处理模式

4.2.5 上电 / 掉电序列

图 4-8 给出了复位后或深度休眠状态下的上电时序。

图 4-8： 上电时序



上电阶段

- 复位或深度休眠：系统保持复位状态或深度休眠模式
- 上电延时：从复位 / 深度休眠恢复后系统启动阶段
- 处理操作：启动处理模式
- 上电延时

表 4-3： 上电延时 （t_{PWRT}）

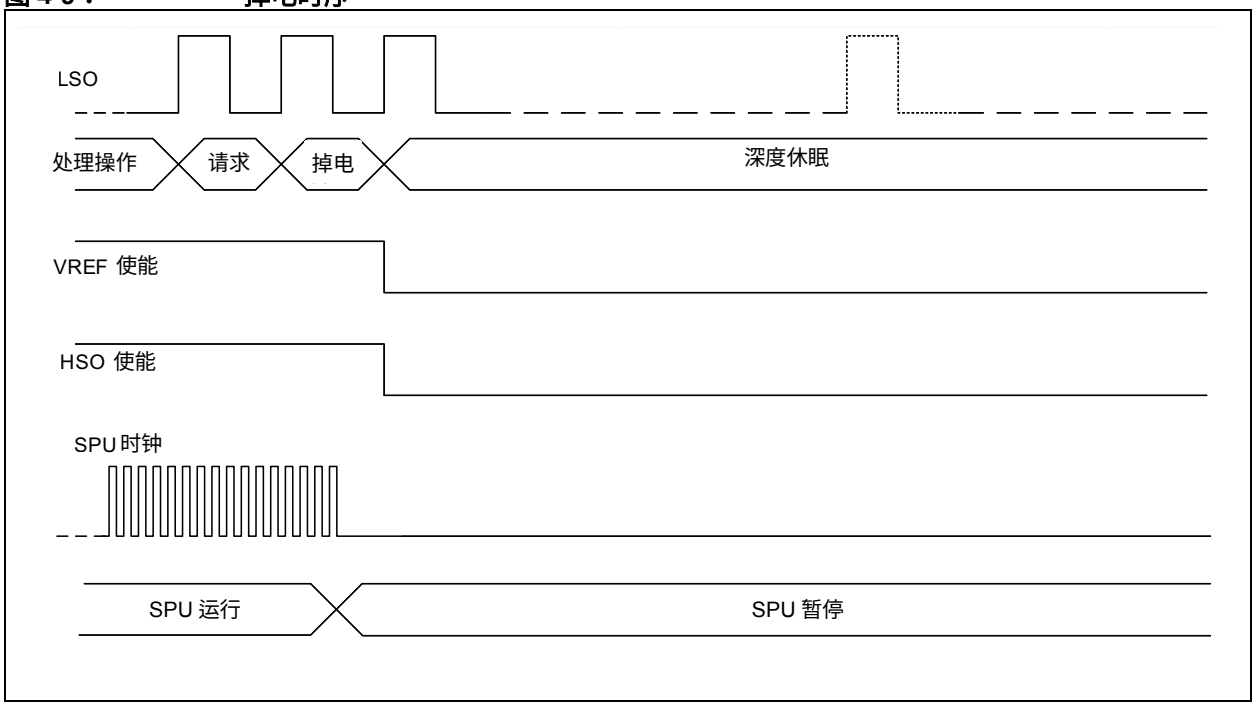
信号	符号	延时长度 （由 LSO 周期表示）	
		复位后	深度休眠之后
VREF 使能	t_{VREF}	0	0
HSO 使能	t_{HSO}	2	2
SPU 时钟	t_{SPUCLK}	30	8
上电延时	t_{PWRT}	36	10

参考信号

- LSO：低速振荡器时钟
- HSO：高速振荡器时钟
- VREF 使能：参考电压使能信号
- HSO 使能：高速振荡器使能信号

图 4-9 给出了掉电时序。

图 4-9： 掉电时序



 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

掉电阶段

- 处理操作：激活处理模式
- 请求：请求进入深度休眠模式
- 掉电：掉电状态 （所有模拟信号都关闭）
- 深度休眠：已进入深度休眠模式

参考信号

- LSO：低速振荡器时钟
- HSO：高速振荡器时钟
- VREF 使能：参考电压使能信号
- HSO 使能：高速振荡器使能信号

4.3 生成发送信号

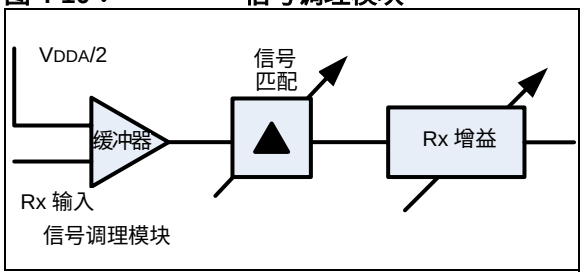
Tx 信号生成模块为发送电极提供了带宽有限的方波信号。跳频根据环境噪声条件在 44-115 kHz 的范围内自动调整 Tx 载波频率。在传感器信号受到影响时，GestIC 库会自动选择最低噪声工作频率。频率可以通过 GestIC 库使能 / 禁止。

4.4 接收 （Rx）通道

有 5 个相同的 Rx 通道可分别用于 5 个接收电极。需要 4 个接收电极进行位置跟踪和手势识别。第 5 个电极可用于触摸检测和改善距离测量。每个通道都有其自己的模拟信号调理级，后跟专用 ADC。对于特定功能 （如接近检测），可以通过 GestIC 库激活或停用各 Rx 通道。必须根据电极特性配置各通道的参数。

信号调理模块包括模拟滤波和放大功能，如图4-10所示。

图 4-10： 信号调理模块



对于各电极特性，可以按照如下所示配置 Rx 通道：

- **信号匹配**：将以两倍于 Tx 频率的采样速率对接收到的信号采样，提供高和低 ADC 样本。信号匹配模块会将接收到的信号进行调整，尽量使高和低 ADC 样本值相同。偏移量可以进行相应调整。
- **匹配的信号**：输出使用可编程增益放大器放大，以获得更好的灵敏度。

4.5 模数转换器 （ADC）

如**第 4.4 节 “ 接收 （Rx）通道 ”**所述，每个 Rx 通道都具有一个专用 ADC，触发源来自内部时钟。 ADC 样本与两倍的 Tx 发送频率同步。

4.6 信号处理单元 （SPU）

MGC3X30 具有一个信号处理单元 （SPU），用于控制硬件模块和处理 GestIC 库中包含的高级 DSP 算法。它向应用主机提供经滤波的传感器数据、连续的位置信息和识别的手势。然后主机组合信息并控制其应用。

4.7 参数存储

MGC3X30 提供了 32 KB 的嵌入式闪存，专用于 GestIC 库和存储个别配置参数。必须根据各电极设计和应用设置这些参数。GestIC 库和参数使用提供的软件工具，或由应用主机通过 GestIC 库报文装入 MGC3X30。关于 MGC3X30 工具的更多详细信息，请参见**第 7.0 节 “ 开发支持 ”**。

5.0 接口说明

MGC3X30 支持具有从模式和手势端口 （5 个可配置 EOI）的 I²C™ 接口。

5.1 接口选择

MGC3X30 接口选择引脚 IS2 用来选择 I²C 从地址。有两种不同的地址。

表 5-1： MGC3X30 接口选择引脚

IS2	IS1	模式 （地址）
0	0	I²C0 从地址 1 （0x42）
1	0	I²C0 从地址 2 （0x43）

5.2 扩展输入输出 （EIO）

MGC3X30 提供了具有扩展功能的输入 / 输出引脚。这些引脚由 GestIC® 库控制，并列在表 5-2 中。

表 5-2： MGC3X30 扩展 IO 功能

引脚	复用的功能
EIO0	TS
EIO1	IS1/ 手势端口
EIO2	IRQ0/ 手势端口
EIO3	IRQ1/SYNC/ 手势端口
EIO4	SDA0
EIO5	SCL0
EIO6	手势端口
EIO7	手势端口

5.3 中断请求

MGC3X30 IRQ0和IRQ1中断线由主机用来将MGC3X30从深度休眠和自唤醒模式唤醒。如果在 IRQ0 或 IRQ1 线上检测到唤醒事件， MGC3X30 会切换到处理模式。

IRQ0 和 IRQ1 线仅在 MGC3X30 配置为 I²C 主模式时使用。

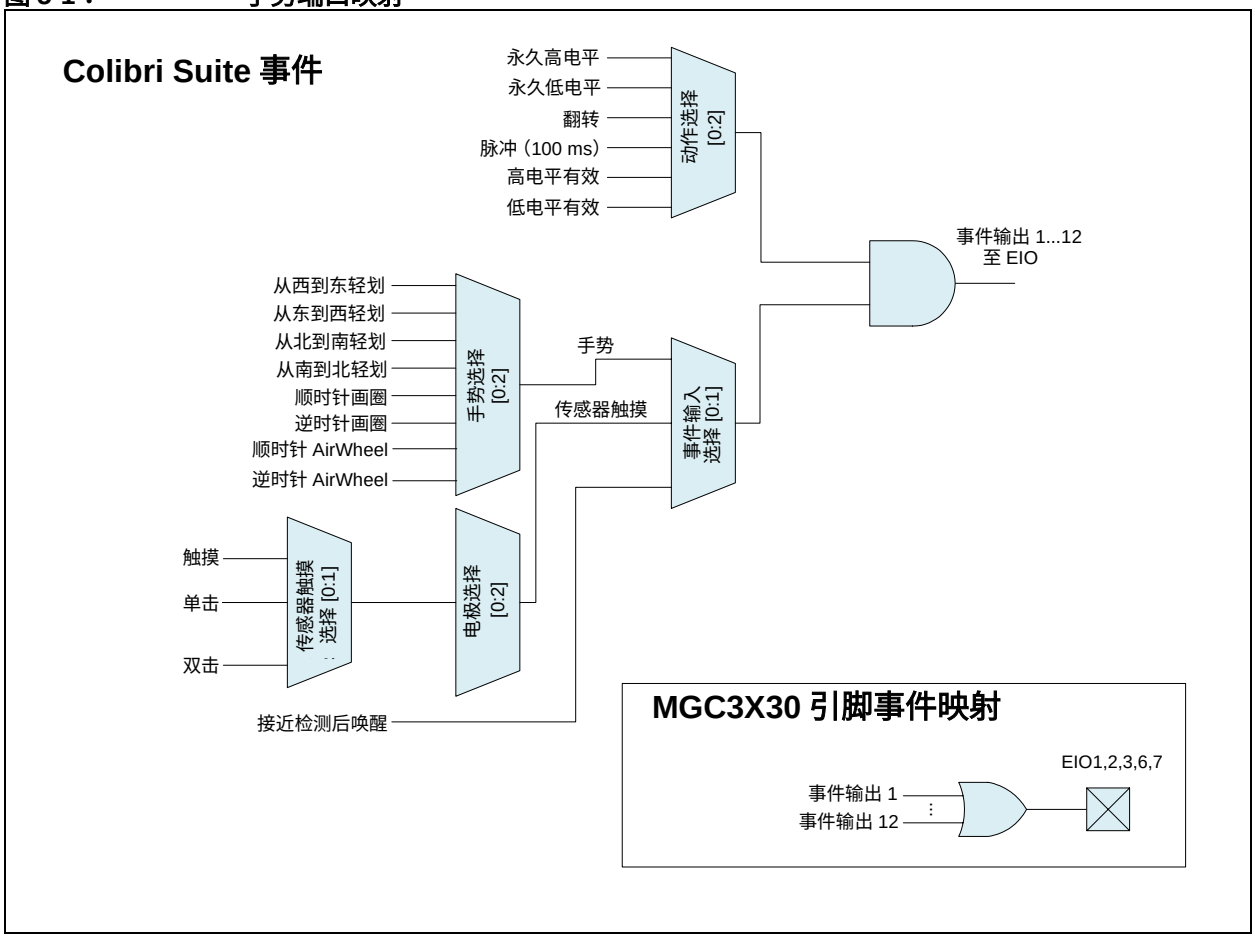
5.4 手势端口

MGC3X30 提供 5 个输出引脚，可用于输出 Colibri Suite 特征事件。这些引脚受 GestIC 库控制在有事件发生时发出信号。主机不需要监视 I²C 总线来获取 GestIC 库事件，只需监视手势端口引脚。 这一功能可与 I²C 通信并行使用。

图 5-1 给出了 Colibri Suite 手势端口功能映射。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

图 5-1： 手势端口映射



Colibri Suite 最多可产生 12 个事件输出，它们可映射至任何 EIO （1、 2、 3、 6 或 7）。也可以将多个事件输出映射至一个 EIO。

表 5-3： COLIBRI SUITE 事件

手势端口映射参数	说明
手势选择	选择将作为事件的手势。 可选择以下手势： • 从西到东轻划 • 从东到西轻划 • 从北到南轻划 • 从南到北轻划 • 顺时针画圈 • 逆时针画圈 • 顺时针 AirWheel • 逆时针 AirWheel
传感器触摸选择	选择将作为事件的传感器触摸。 可选择以下传感器触摸： • 触摸 • 单击 • 双击
电极选择	选择要用于传感器触摸的电极。 可选择以下电极 • 西 • 东 • 北 • 南 • 中
事件输入选择	选择将要在 EIO 上触发事件输出的事件。 可选择以下事件输入 • 手势 • 传感器触摸 • 接近检测后唤醒
动作选择	选择将要在 EIO 上输出的信号格式。见图 5-2 和表 5-4。 可选择以下工作： • 永久高电平 • 永久低电平 • 翻转 • 脉冲 • 高电平有效 • 低电平有效

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

图 5-2： 手势端口动作

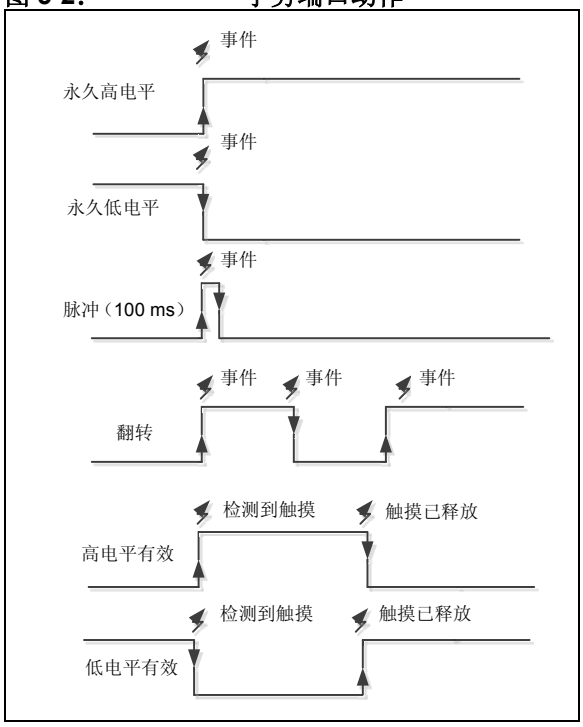


表 5-4： 手势端口映射

事件	动作					
	永久高电平	永久低电平	翻转	脉冲	高电平有效	低电平有效
手势	X	X	X	X		
触摸			X	X	X	X
单击	X	X	X	X		
双击	X	X	X	X		
接近					X	X
AirWheel				X		

5.5 通信接口

5.5.1 I²C™

MGC3X30 提供 I²C™ 接口用来与应用主机通信。I²C0 端口提供：

- 从模式
- 高达 400 kHz
- 7 位寻址模式
- 硬件状态机，用于基本协议处理
- 支持重复的启动和时钟延长 （字节模式）
- 无多主器件支持

I²C™ 硬件接口

下面的表 5-5 汇总了硬件接口引脚。

表 5-5： I²C™ 引脚说明

MGC3X30 引脚	复用功能
SCL	主 I²C™ 的串行时钟
SDA	主 I²C 的串行数据

- SCL 引脚
  - SCL （串行时钟）引脚为电学上的漏极开路，需要在 SCL 和 VDD 间连接上拉电阻 （一般为 1.8 kΩ，针对最大为 200 pF 的总线负载电容）。
  - SCL 空闲模式为高电平。
- SDA 引脚
  - SDA （串行数据）引脚为电学上的漏极开路，需要在 SDA 和 VDD 间连接上拉电阻 （一般为 1.8 kΩ，针对最大为 200 pF 的总线负载电容）。
  - SDA 空闲模式为高电平。
  - 主器件写数据在 SCL 上升沿锁存。
  - 主器件读数据在 SCL 下降沿锁存，以确保其在后续 SCL 高电平时间有效。

I²C™ 寻址

MGC3X30 的器件 ID 7 位地址为：0x42（0b1000010）或 0x43 （0b1000011），取决于接口选择引脚配置（IS2+IS1）。请参见表 5-6。

表 5-6： I²C™ 器件 ID 地址

7 位器件 ID 地址						
A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	0	0	1	IS2

表 5-7： I²C™ 器件写 ID 地址 （0x84 或 0x86）

I²C™ 器件写 ID 地址							
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	0	0	1	IS2	0

表 5-8： I²C™ 器件读 ID 地址 （0x85 或 0x87）

I²C™ 器件读 ID 地址							
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	0	0	1	IS2	1

I²C™ 主器件读位时序

主器件读操作用于从 MGC3X30 接收位置数据、手势报告和命令响应。图 5-4 给出了时序图。

- 地址位在 SCL 的上升沿锁存到 MGC3X30 中。
- 数据位在 SCL 的上升沿从 MGC3X30 锁存。
- ACK 位：
  - MGC3X30 在第 9 个时钟上提供 ACK 位，作为地址应答
  - I²C 主器件在第 9 个时钟上提供 ACK 位作为数据应答
- I²C 主器件必须在拉高另一个时钟脉冲前监视 SCL 引脚，因为 MGC3X30 可以通过延长时钟使得不与 I²C 主器件同步。

I²C™ 通信步骤

1. SCL 和 SDA 线空闲状态为高电平。
2. I²C 主器件通过将 SDA 从高电平拉到低电平，然后将 SCL 从高电平拉到低电平向 MGC3X30 提供启动位。
3. I²C 主器件在 8 个主时钟 （SCL）周期的上升沿向 SDA 上的 MGC3X30 提供 7 位地址，后跟 R/W = 1 （读模式）位。
4. MGC3X30 将接收到的地址与其器件 ID 比较。如果匹配， MGC3X30 会通过在 SDA 上提供低电平，然后在 SCL 上提供低 - 高 - 低电平来应答（ACK）主器件发送的地址。
5. I²C 主器件监视 SCL，因为 MGC3X30 可能会延长时钟，从而将 SCL 保持在低电平，这表示 I²C 主器件应该等待。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

6. I²C 主器件在 8 个连续 I²C 主时钟 （SCL）周期接收 SDA 上由 MGC3X30 提供的 8 个数据位（最高有效位排在最前）。数据在 SCL 下降沿锁存，以确保其在后续 SCL 高电平时间有效。
7. 如果数据传输未完成，那么：
   - I²C 主器件通过在 SDA 上提供低电平，然后在 SCL 上提供低 - 高 - 低电平应答 （ACK） 8 个数据位的接收。
   - 转至步骤 5。
8. 如果数据传输完成，那么：
   - I²C 主器件通过在 SDA 上提供高电平，然后在 SCL 上提供低 - 高 - 低电平应答 （ACK） 8 个数据位的接收和数据传输完成。

I²C™ 主写位时序 （MGC3X30C 从器件）

I²C 主器件写操作旨在向 MGC3X30 发送支持的命令。图 5-5 给出了时序图。

- 地址位在 SCL 的上升沿锁存到 MGC3X30 中。
- 数据位在 SCL 的上升沿锁存到 MGC3X30 中。
- ACK 位：
  - MGC3X30 在第 9 个时钟上提供 ACK 位，作为地址应答
  - I²C 主器件在第 9 个时钟上提供 ACK 位，作为数据应答
- 主器件必须在拉高另一个时钟脉冲前监视 SCL 引脚，因为 MGC3X30 可以通过延长时钟使得不与主器件同步。

I²C™ 通信步骤

1. SCL 和 SDA 线空闲状态为高电平。
2. I²C 主器件通过将 SDA 从高电平拉到低电平，然后将 SCL 从高电平拉到低电平向 MGC3X30 提供启动位。
3. I²C 主器件在 8 个主时钟 （SCL）周期的上升沿向 SDA 上的 MGC3X30 提供 7 位地址，后跟 R/W = 0 （写模式）位。
4. MGC3X30 将接收到的地址与其器件 ID 比较。如果匹配， MGC3X30 会通过在 SDA 上提供低电平，然后在 SCL 上提供低 - 高 - 低电平应答 （ACK） I²C 主器件发送的地址。
5. I²C 主器件监视 SCL，因为 MGC3X30 可能延长时钟，从而将 SCL 保持在低电平，这表示 I²C 主器件应该等待。
6. I²C 主器件在 8 个主时钟 （SCL）周期的上升沿向 SDA 上的 MGC3X30 提供 8 个数据位 （最高有效位排在最前）。
7. MGC3X30 通过在 SDA 上提供低电平，然后在 SCL 上提供低 - 高 - 低电平应答 （ACK） 8 个数据位的接收。
8. 如果数据传输未完成，请转至步骤 5。
9. 主器件通过将 SCL 从低电平拉至高电平，然后将 SDA 从低电平拉至高电平来向 MGC3X30 提供停止位。

5.5.2 传输状态线

MGC3X30 需要一条专用的能提供数据传输状态的传输状态线（TS）。它由 I²C 主从器件使用来控制数据流。

TS （传输状态）线采用漏极开路，通常需要在 TS 至 VDD 之间连接 10 kW 的上拉电阻。TS 空闲状态为高电平。

MGC3X30 （I²C 从器件）使用该线通知主控制器 （I²C 主器件）有可传输的数据。主机控制器使用 TS 线指示数据正在传输，并阻止 MGC3X30 更新数据缓冲区。

表 5-9 显示了在不同的通信状态下如何使用 TS 线。

表 5-9： 传输状态线用法

MGC3X30	主控制器	TS 线	状态
释放 (H)	释放 (H)	高	主机结束数据读取（传输结束）。不再向主机传输更多数据。允许 MGC3X30 更新数据缓冲区。
有效 (L)	释放 (H)	低	来自 MGC3X30 的数据可供发送，但主机尚未开始读取。如果在下一次数据更新 （5 ms）开始前，主机忙碌并且未开始读取， MGC3X30 会在更新数据缓冲区之前使 TS 线有效。
有效 (L)	有效 (L)	低	主机开始读取。传输结束 （主机释放 TS 线，使之为高电平）前，不会更新 MGC3X30 数据缓冲区。
释放 (H)	有效 (L)	低	MGC3X30 准备更新数据缓冲区，但是主机仍在读取之前的数据。只允许 MGC3X30 在主机释放 TS 线，使之为高电平时，更新数据。

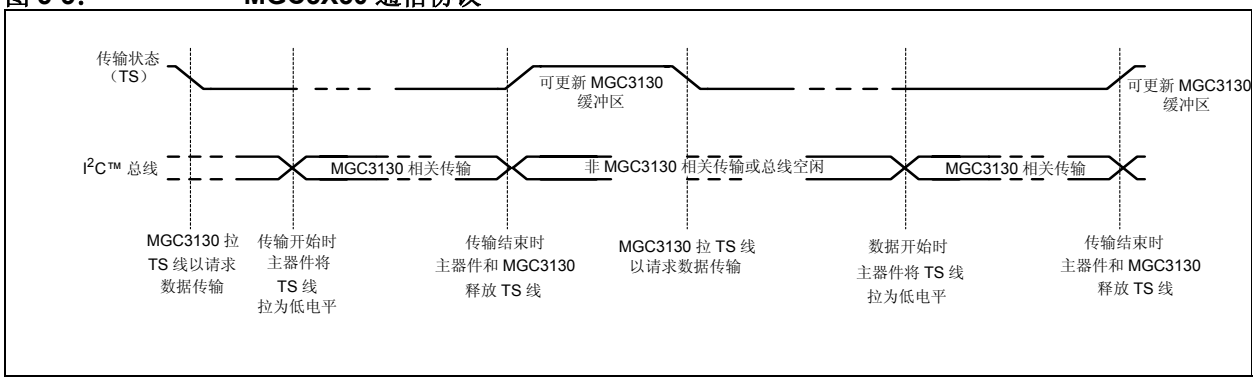
只有在双方均释放 TS 线时， MGC3X30 才能更新 I²C 缓冲区；只有当 MGC3X30 将 TS 拉为低电平时，才能启动数据传输。

该步骤可确保：

- 在有新传感器数据可用时始终通知主机
- MGC3X30 缓冲区始终在数据发送至 I²C 总线前更新完毕

图 5-3 显示了完整的通信协议。

图 5-3： MGC3X30 通信协议



除了标准 I²C 接口， MGC3X30 和主机控制器之间的通信需要适当处理传输状态。

注 1：在数据传输完成以后，主机控制器（I²C™ 主器件）在 I²C 数据传输完成后产生停止条件。因此，建议校验报文头指定的要读取的字节数 （长度字段）。

2：只有在将数据从 MGC3X30 传输至主机控制器时，才需要传输状态。写入 MGC3X30 无需额外的 TS 信号。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

图 5-4： I²C™ 主器件读位时序图

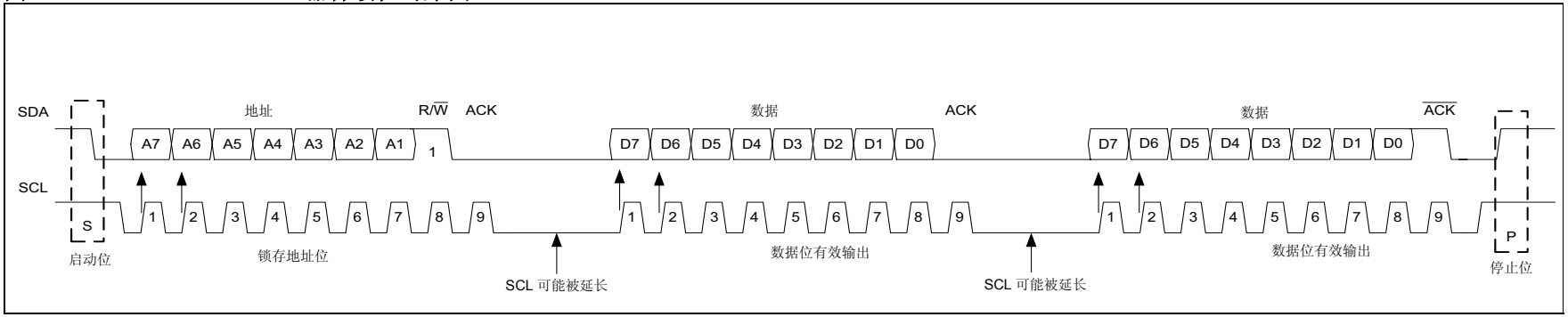
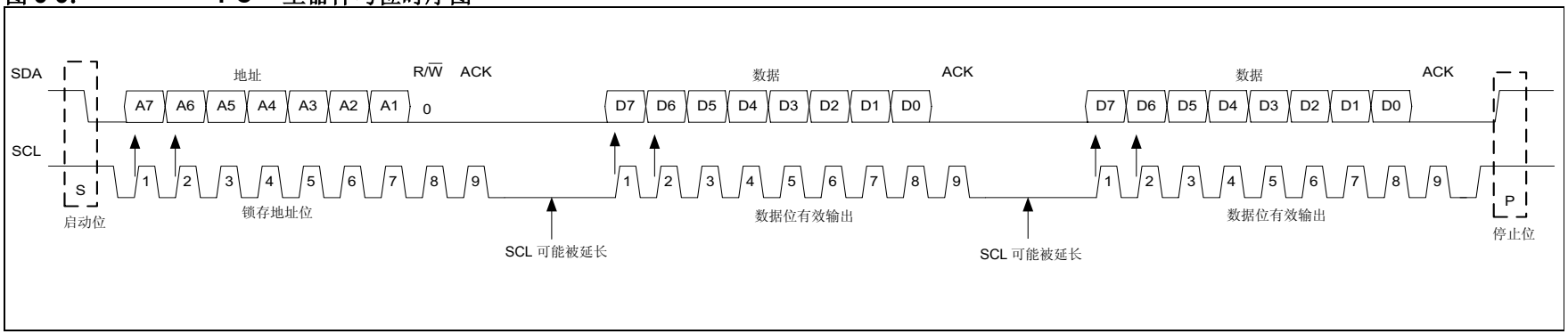


图 5-5： I²C™ 主器件写位时序图



© 2013-2015 Microchip Technology Inc.

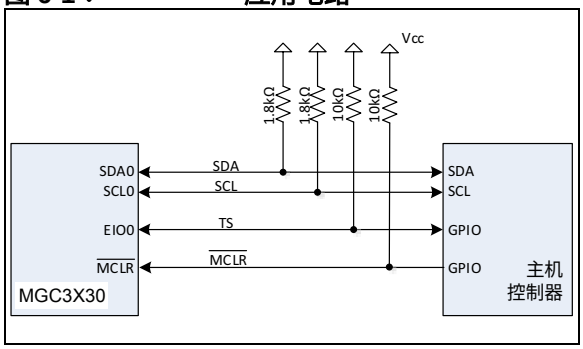
6.0 应用架构

标准 MGC3X30 实现是单区设计。此配置基于一个通过 I^2C 连接到应用主机的MGC3X30，其中MGC3X30是从器件而应用主机是主器件。 I^2C 接口总共需要三条线（见图 6-1）。

I^2C 通信的数据报告和流控制情况如下所述：

- SDA
- SCL
- EIO0 （传输状态线）翻转，表示有新数据可用，并检查主机是否已开始读取数据。

图 6-1： 应用电路



6.1 ESD 注意事项

MGC3X30 提供高达 2 kV（HBM）的静电释放（ESD）电压保护。必须单独实施额外的 ESD 对策，以满足应用的特定要求。

6.2 电源噪声注意事项

MGC3X30 滤波电容包含在参考设计图（见图 6-2）中。

6.3 辐射高频噪声

为了抑制辐射的高频信号，将芯片的五个 Rx 通道通过尽可能靠近 MGC3X30 的 10 kΩ 串联电阻连接到电极。10 kΩ电阻和MGC3X30输入电容构成了角频率为3 MHz的低通滤波器。

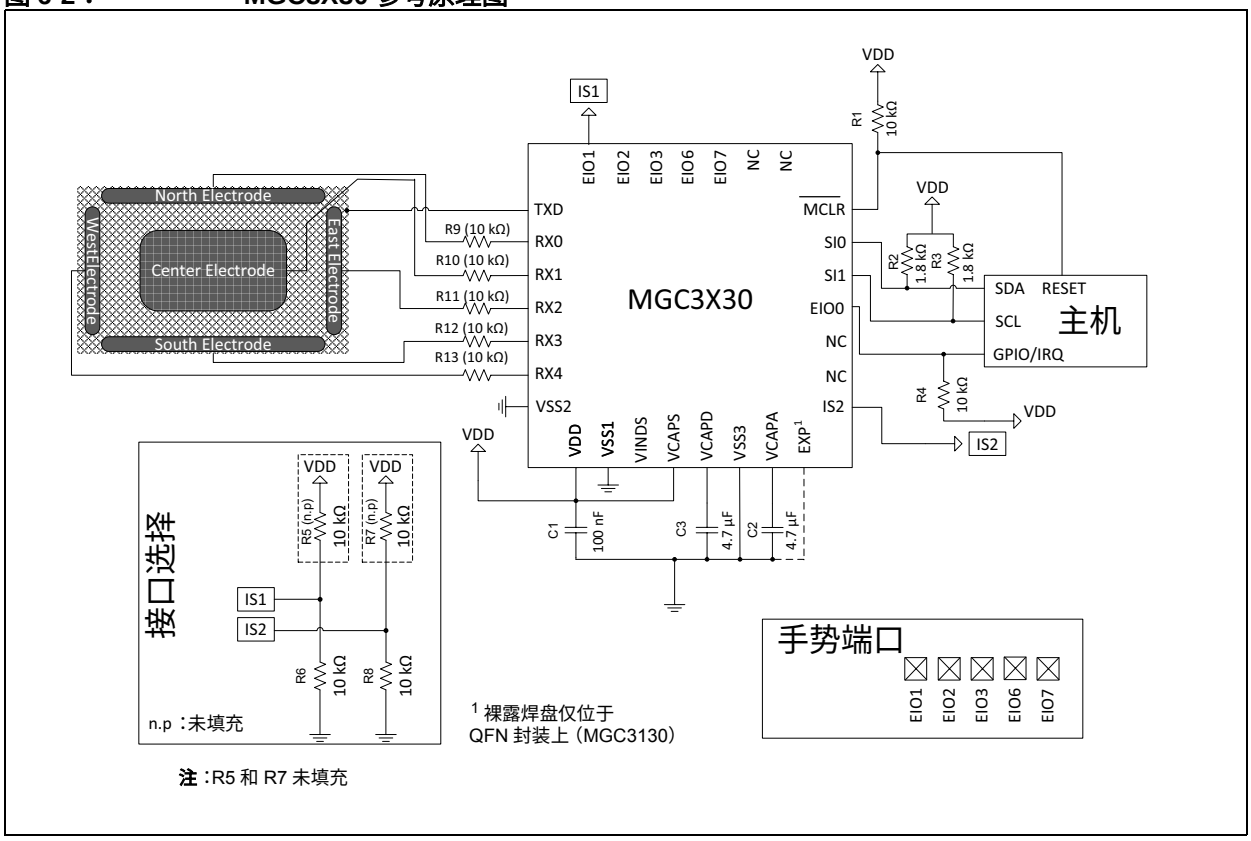
建议附加一个铁氧体磁珠来抑制射频噪声对 Tx 通道的耦合 （例如， 100 MHz 时为 600Ω）。

6.4 参考原理图 （3.3V ≤ VDD ≤ 3.465V）

MGC3X30 的参考应用原理图如下面的图 6-2 所示。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

图 6-2： MGC3X30 参考原理图



注：R5 和 R7 未填充

表 6-1： 物料清单

标签	数量	值	说明
R1、R4、R5、R6、R7 和 R8	3	10 kΩ	厚膜电阻， 10 kΩ， 1%
C1	1	100 nF	陶瓷电容， 0.1 μF， 10%， 6.3V
C1	1	4.7 μF	陶瓷电容， 4.7 μF， 10%， 6.3V
C3	1	4.7 μF	陶瓷电容， 4.7 μF， 10%， 6.3V
R2 和 R3	2	1.8 kΩ	厚膜电阻， 1.8 kΩ， 1%
R9、R10、R11、R12 和 R13	5	10 kΩ	厚膜电阻， 10 kΩ， 1%

6.5 推荐布局

本节将简单说明一个合适的系统设计在布局时的一些技巧。

MGC3X30的PCB布局要求遵循混合信号设计的一般规则。此外，要考虑传感器信号和电极馈线的特定需求。

芯片应尽量靠近电极放置，以使馈线尽可能的短。而且，建议 MGC3X30 远离系统内的电源和热源。

在 PCB 布局期间，为了最大程度减少串扰，模拟信号和数字信号应该彼此分开。

各电极馈线应尽量远离彼此。

V_{DD} 线的走线应尽可能的宽。

要求 MGC3X30 的所有 V_{SS} 引脚 （包括裸露焊盘，引脚 29）均适当接地。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

7.0 开发支持

Microchip 为 MGC3X30 提供了软件和硬件开发工具：

- 软件：
  - Aurea 软件包
  - MGC3030/3130 软件开发工具包
  - MGC3030/3130 主机参考代码
- 原理图：
  - GestIC® 硬件参考
- 评估和开发工具包：
  - MGC3130 Hillstar 开发工具包 （DM160218）
  - MGC3030 Woodstar 开发工具包 （DM160226）

7.1 Aurea 软件包

Aurea 评估软件演示了 Microchip 的 GestIC 技术及其功能和应用。通过 Aurea 可显示 MGC3X30 生成的数据并访问 GestIC 库的控制和配置参数。

该软件包含以下功能：

- 显示手位置和用户手势
- 显示传感器数据
- 实时控制传感器功能
- MGC3X30 GestIC 库更新
- 模拟前端参数化
- Colibri 参数化
- 电极电容测量
- 记录传感器值并存储在日志文件中

7.2 MGC3030/3130 软件开发工具包

Microchip 使用软件开发工具包提供标准 C 参考代码。该代码将支持开发人员将 MGC3X30 解决方案集成到目标应用。

7.3 MGC3030/3130 PIC18 主机参考代码

Microchip 提供 PIC18F14K50 的参考代码，包括 GestIC Library I^2C 代码和基本报文解码。

7.4 GestIC 硬件参考

GestIC 硬件参考包包含 MGC 开发工具包 （Hillstar 和 Woodstar）的 PCB 布局（Gerber 文件）和一组适合于这两个工具包的电极参考设计。此外，该包还包含各种演示板的设计、参数文件和主机代码，演示板代表嵌入式或基于 PC 应用的完整系统。如果有新设计可用，会添加到该包中。GestIC 硬件参考包可从 Microchip 网站 www.microchip.com/GestICResources 下载。

7.5 评估和演示工具包

各种演示、开发和评估板允许在全功能系统上快速开发应用。演示和开发板可在教学环境中使用，用于定制电路原型开发和学习各种 GestIC MGC3130 应用。

第一个开发板是 Hillstar 开发工具包。旨在通过该工具包可轻松地将 Microchip 的 MGC3130 3D 跟踪和手势控制器集成到用户应用中。它提供 MGC3130 系统硬件模块和一组电极参考设计，用户可用来开发自己的 GestIC 系统。Aurea 可视化和控制软件提供对 Hillstar 开发工具包的完全支持并可轻松实现用户应用的参数化。

Woodstar开发工具包是一个开发平台，通过该工具包可轻松地集成 Microchip 的 MGC3030。它提供 MGC3030 系统硬件模块和一组电极参考设计，客户可用来开发自己的 GestIC 系统。Aurea 可视化和控制软件提供对 Woodstar 开发工具包的完全支持并可轻松实现用户应用的参数化。

Woodstar 和 Hillstar 提供相同的接口（硬件以及软件）。电极、I^2C 转 USB 桥接器以及 Aurea 软件均可用于 Hillstar 和 Woodstar 开发工具包。

关于演示、开发和评估工具包的完整列表，请访问 Microchip 网站（http://www.microchip.com/GestICGettingStarted）。

7.6 GestIC 库更新

MGC3X30 器件生产时仅内置了库加载程序（引导加载程序）。其上没有任何 GestIC 库。库加载程序包含 I^2C 接口和基本器件编程操作，这样可将 GestIC 库上载至 MGC3X30 闪存存储器。

可在“Aurea Software Package”（Aurea 软件包）包中找到最新的GestIC库，软件包可从GestIC主页下载。

可使用以下几种方法将 GestIC 库上载到 MGC3X30：

1. 通过Aurea可视化和控制软件上载：可使用Aurea 图形用户界面（Graphical User Interface，GUI）执行更新。对于该选项，将需要通过 USB 连接到装有 Aurea 图形用户界面（GUI）的 PC（例如，使用 Hillstar 开发工具包或 Woodstar 开发工具包的 I^2C 转 USB 桥接器）。更多信息，请参见《Aurea 图形用户界面用户指南》（DS40001681）、“*MGC3130 Hillstar Development Kit User’s Guide*”（DS40001721）和“*MGC3030 Woodstar Development Kit User’s Guide*”（DS40001777）。
2. 通过嵌入式主机控制器上载：该选项将需要嵌入式主机控制器使用 GestIC I^2C 命令执行上载。以此方式，GestIC 库存储在主机的存储器中。更多详细信息，请参见“*MGC3030/3130 GestIC Library Interface Description*”（DS40001718）。
3. Microchip“编程中心”预编程：MGC3X30 器件可通过 Microchip“编程中心”订购。更多信息，请访问 www.microchipdirect.com/programming/。
4. 快速编程（Quick Time Programming，QTP）：对于采用唯一部件编号的大量预编程器件，请联系当地 Microchip 销售办事处。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

8.0 电气规范

绝对最大值 (†)

环境温度.....-20°C 至 +85°C

存储温度.....-55°C 至 +125°C

以下引脚相对于 VSS 的电压

VDD 引脚..... -0.3V 至 +3.465V

所有其他引脚.....-0.3V 至 （VDD + 0.3V）

† **注：**如果器件工作条件超过上述“ 绝对最大值 ”，可能会对器件造成永久性损坏。上述值仅为运行条件极大值，我们建议不要使器件在该规范规定的范围以外运行。器件长时间工作在最大值条件下，其稳定性会受到影响。

† **注：**此器件对于 ESD 损坏非常敏感，必须采取相应的保护措施。如果在应用中未正确处理和保护器件，则可能导致器件部分或完全失效。

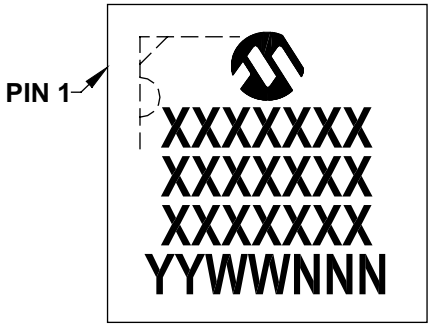
† **注：**-20°C 温度下的工作参数仅为特征值，未经测试。

超前信息

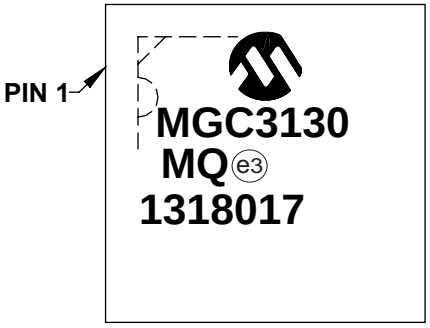
9.0 封装信息

9.1 封装标识信息

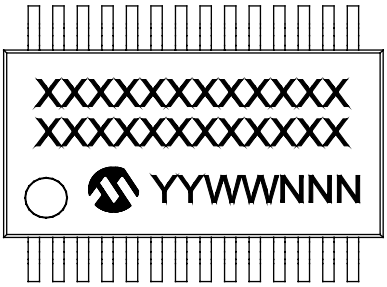
28 引脚 QFN（5x5x0.9 mm）



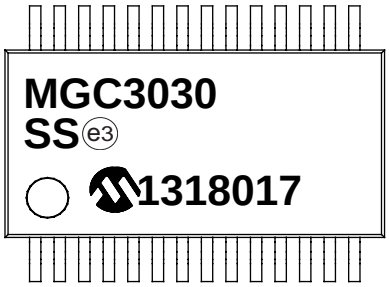
示例



28 引脚 SSOP（5.30 mm）



示例



图注：	XX...X	客户指定信息
	Y	年份代码 （日历年的最后一位数字）
	YY	年份代码 （日历年的最后两位数字）
	WW	星期代码 （一月一日的星期代码为 “ 01 ”）
	NNN	以字母数字排序的追踪代码
	e3	雾锡 （Sn）的 JEDEC 无铅标志
	*	本封装为无铅封装。JEDEC® 无铅标志 (e3) 标示于此种封装的外包装上。
注：	Microchip 部件编号如果无法在同一行内完整标注，将换行标出，因此会限制表示客户信息的字符数。	

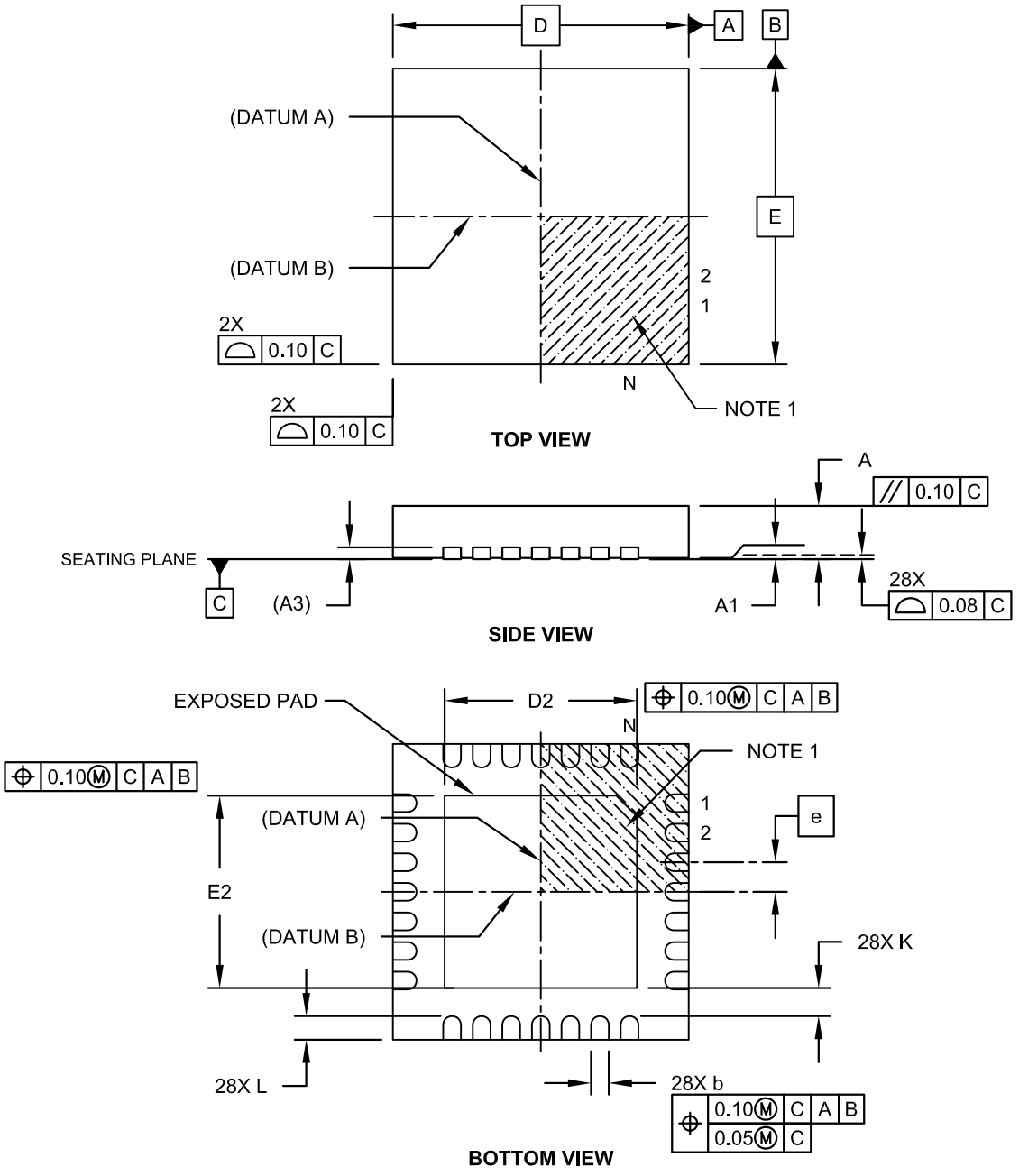
 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

9.2 封装详细信息

以下部分将介绍各种封装的技术细节。

28 引脚塑封四方扁平无脚封装（MQ）——主体 5x5x0.9 mm [QFN]

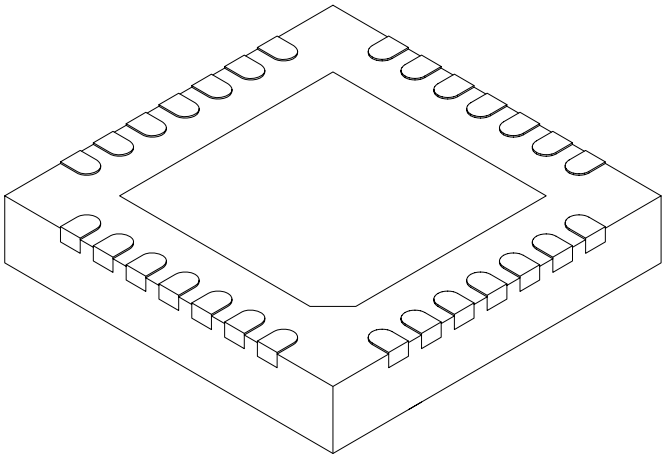
注： 最新封装图请至 http://www.microchip.com/packaging 查看 Microchip 封装规范。



Microchip Technology Drawing C04-140B Sheet 1 of 2

28 引脚塑封四方扁平无脚封装（MQ）——主体 5x5x0.9 mm [QFN]

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	28		
Pitch	e	0.50 BSC		
Overall Height	A	0.80	0.90	1.00
Standoff	A1	0.00	0.02	0.05
Contact Thickness	A3	0.20 REF		
Overall Width	E	5.00 BSC		
Exposed Pad Width	E2	3.15	3.25	3.35
Overall Length	D	5.00 BSC		
Exposed Pad Length	D2	3.15	3.25	3.35
Contact Width	b	0.18	0.25	0.30
Contact Length	L	0.35	0.40	0.45
Contact-to-Exposed Pad	K	0.20	-	-

Notes:

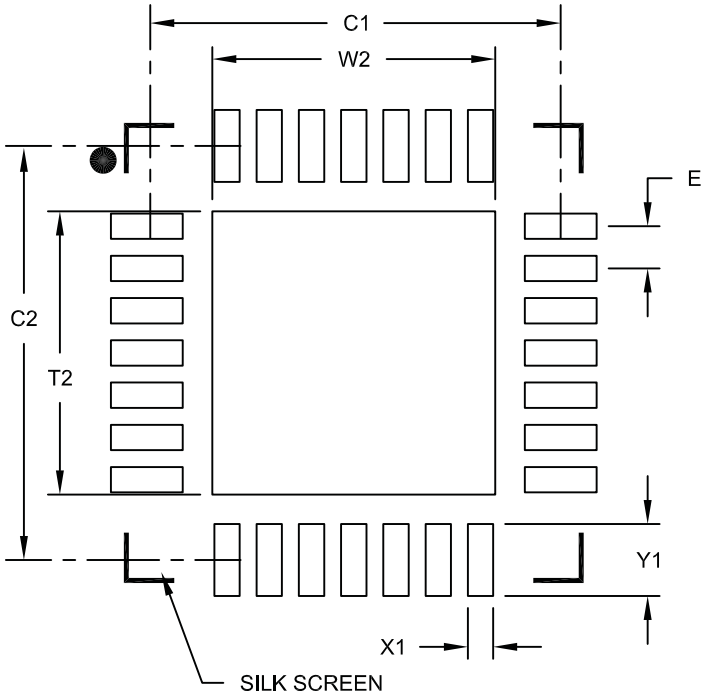
1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Package is saw singulated.
3. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
   BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
   REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-140B Sheet 2 of 2

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

28 引脚塑封四方扁平无脚封装（MQ）——主体 5x5 mm [QFN]，焊盘图案的触点长度为 0.55 mm

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E		0.50 BSC	
Optional Center Pad Width	W2			3.35
Optional Center Pad Length	T2			3.35
Contact Pad Spacing	C1		4.90	
Contact Pad Spacing	C2		4.90	
Contact Pad Width (X28)	X1			0.30
Contact Pad Length (X28)	Y1			0.85

Notes:

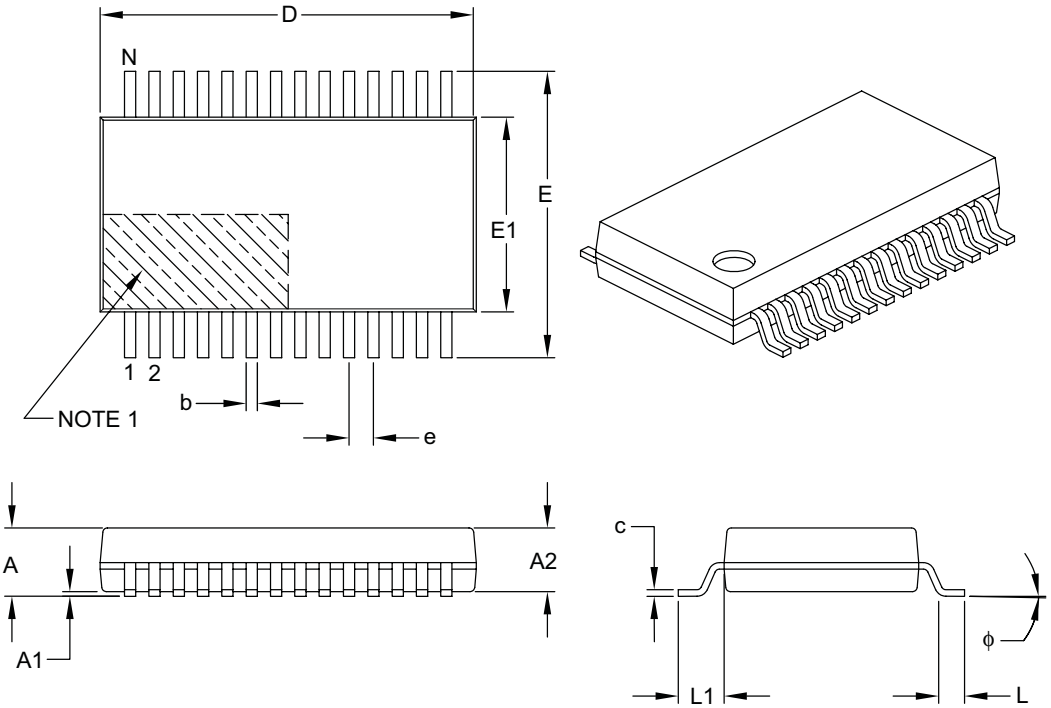
1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-2140A

28 引脚塑封缩小外形封装（SS）——主体 5.30 mm [SSOP]

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	28		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	–	–	2.00
Molded Package Thickness	A2	1.65	1.75	1.85
Standoff	A1	0.05	–	–
Overall Width	E	7.40	7.80	8.20
Molded Package Width	E1	5.00	5.30	5.60
Overall Length	D	9.90	10.20	10.50
Foot Length	L	0.55	0.75	0.95
Footprint	L1	1.25 REF		
Lead Thickness	c	0.09	–	0.25
Foot Angle	ϕ	0°	4°	8°
Lead Width	b	0.22	–	0.38

Notes:

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.20 mm per side.
3. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

   BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

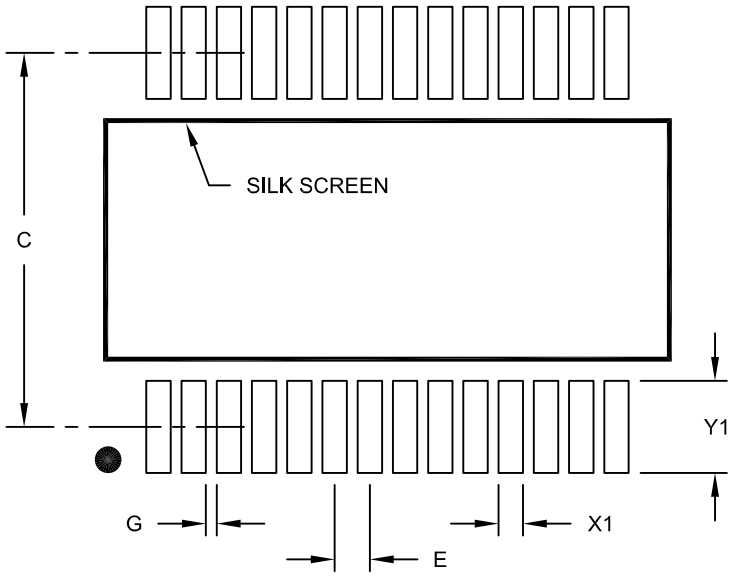
   REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-073B

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

28 引脚塑封缩小外形封装（SS）——主体 5.30 mm [SSOP]

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E		0.65 BSC	
Contact Pad Spacing	C		7.20	
Contact Pad Width (X28)	X1			0.45
Contact Pad Length (X28)	Y1			1.75
Distance Between Pads	G	0.20		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2073A

附录 A： 数据手册版本历史

版本 A （2012 年 11 月）

本数据手册的初始版本。

版本 B （2013 年 8 月）

更新了功率特性章节；更新了表 1 ；更新了第 2 章“ 特性说明 ”；更新了第 4.2.2 节；更新了图 4-4、 4-5 和 4-6 ；更新了公式 4-1 和表 4-1 ；更新了图 4-9、5-1 和 5-2 ；更新了第 6 章 “ 接口说明 ”；更新了图 7-1 和 7-2 ；添加了第 7.3 节 “ 辐射的高频噪声 ”；更新了表 7-1 和 7-2 ；更新了第 8 章 “ 开发支持 ”；更新了封装信息章节；其他少量更正。

版本 C （2013 年 11 月）

更新了图 1 和表 1 ；更新第 2 章 “ 特性说明 ”；更新了第 4 章 “ 功能说明 ”；更新了第 6 章 “ 接口说明 ”；更新了图 7-1 和 7-2 ；更新了第 8 章 “ 开发支持 ”；其他少量更正。

版本 D （2015 年 1 月）

更新了封装标识章节；更新了第 6.6.1 节、第 5.1 节、第 4.5节、第8.5节、第 8.6节和第 4.2节；更新了图2-2、图 4-9、图 4-10、图 6-1、图 6-2 和图 7-1 ；其他少量更正。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

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。

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。

部件编号	[X](1)	-	X	/XX	XXX
器件	卷带式选项		温度范围	封装	定制编号

器件：	MGC3030 和 MGC3130
卷带式选项：	空白 = 标准封装（料管或托盘） T = 卷带式(1)
温度范围：	I = -40°C 至 +85°C （工业级）
封装：(2)	MQ = QFN SS = SSOP
定制编号：	QTP、 SQTP、代码或特殊要求 （空白为其他情况）

示例：

a) MGC3130 - I/MQ
工业级温度，
QFN 封装

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。关于封装是否提供卷带式选项，请咨询当地的 Microchip 销售办事处。

2： 关于其他小外形尺寸封装的可用性和标识信息，请访问 www.microchip.com/packaging 或与当地销售办事处联系。

 © 2013-2015 Microchip Technology Inc.

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、 flexPWR、 JukeBlox、 KEELOQ、 KEELOQ 徽标、 Kleer、 LANCheck、 MediaLB、 MOST、 MOST 徽标、 MPLAB、 OptoLyzer、 PIC、 PICSTART、 PIC32 徽标、 RightTouch、 SpyNIC、 SST、 SST 徽标、 SuperFlash 及 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

The Embedded Control Solutions Company 和 mTouch 为 Microchip Technology Inc．在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、 CodeGuard、 dsPICDEM、 dsPICDEM.net、 ECAN、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Inter-Chip Connectivity、 KleerNet、 KleerNet 徽标、 MiWi、 MPASM、 MPF、 MPLAB Certified 徽标、 MPLIB、 MPLINK、 MultiTRAK、 NetDetach、 Omniscient Code Generation、 PICDEM、 PICDEM.net、 PICkit、 PICtail、 RightTouch 徽标、 REAL ICE、 SQI、 Serial Quad I/O、 Total Endurance、 TSHARC、 USBCheck、 VariSense、 ViewSpan、 WiperLock、 Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

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

GestIC 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。

© 2013-2015, Microchip Technology Inc．版权所有。

ISBN：978-63277-555-9

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: 852-2943-5100
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 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

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: 886-7-213-7828

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

01/27/15

© 2013-2015 Microchip Technology Inc.