



# UNI/O<sup>®</sup>

## 总线规范

---

---

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。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. 的英文原本文档。

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、Accuron、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC、SmartShun 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、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICtail、PIC<sup>32</sup> 徽标、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、WiperLock 和 ZENA 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。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2008, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
== ISO/TS 16949:2002 ==

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-16949:2002 认证。公司在 PIC<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。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。

## 目录

1.0	简介 .....	1
2.0	一般特性 .....	4
3.0	待机脉冲 .....	5
4.0	位电平定义 .....	6
5.0	字节电平定义 .....	7
6.0	起始头 .....	8
7.0	8 位器件寻址 .....	9
8.0	12 位器件寻址 .....	10
9.0	命令结构 .....	11
10.0	器件地址轮询 .....	12
11.0	器件模式 .....	13
12.0	电气规范 .....	14

注

## UNI/O<sup>®</sup> 总线规范

### 1.0 简介

随着嵌入式系统小型化的趋势，市场对于最少化器件间通信所用 I/O 引脚数的需求也与日俱增。为了满足这一需求，Microchip 开发了拥有专利\*\*的 UNI/O<sup>®</sup> 总线，它是低成本、易于实现的解决方案，通信时只需传输单个 I/O 信号。

兼容 UNI/O 总线的器件，可以用来增强可用 I/O 受到限制的任何应用。这样的限制可能源自连接器、电路板的空间，或者源自主器件本身。

### 1.1 说明

UNI/O 总线定义了通过单个 I/O 信号进行的通信，通过“总线连接”系统，能支持多个设备间的通信。

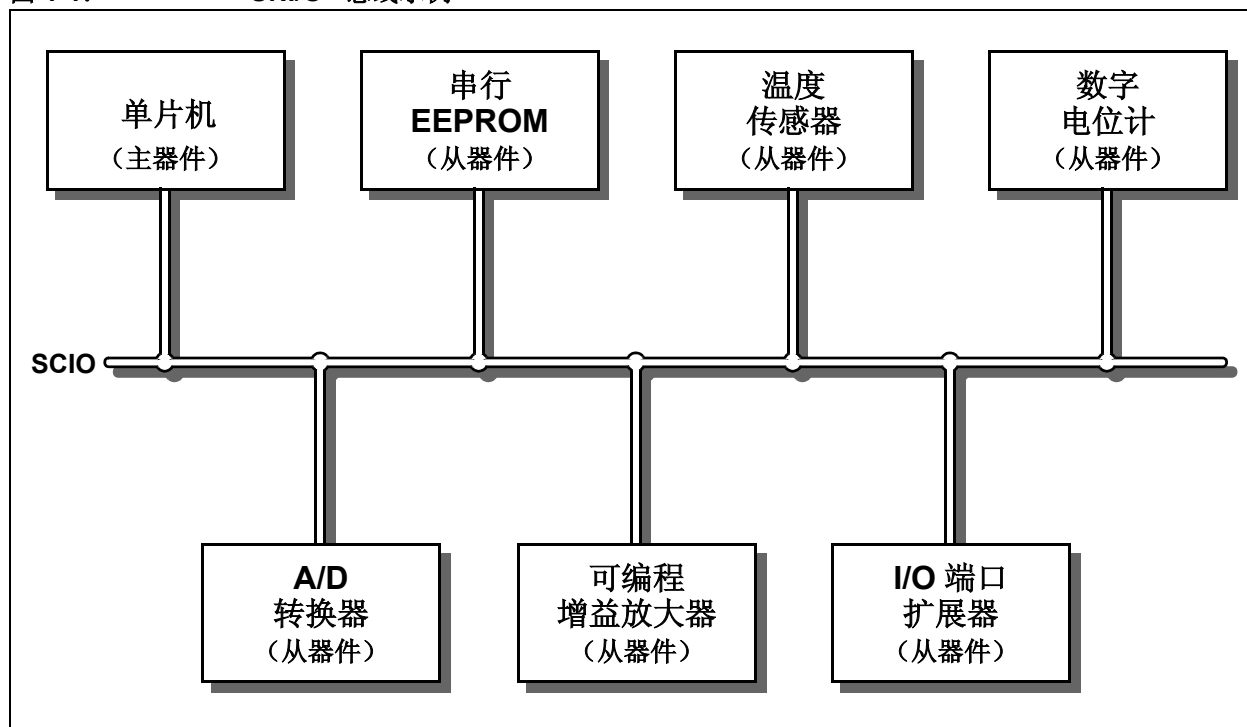
一个器件被定义为主器件，它负责发起和协调针对总线上从器件的所有操作。每个从器件被当作主器件的外设，可以是针对各式各样目的而设计的设备。

图 1-1 给出了一个系统实例，其中单片机充当主器件，连接在总线上的种种器件是从外设。注意，主器件并不是非单片机不可，它可以是能够处理所需 I/O 信号的任何器件。

数据通过曼彻斯特（Manchester）编码，嵌入在 I/O 流中。主器件控制总线，它决定时钟周期，控制总线访问，发起所有的操作，而其他器件则充当从器件。主器件和从器件都可以用作发送方或接收方，但由主器件决定工作模式。

UNI/O 总线支持从 10 kbps 到 100 kbps（等价于从 10 kHz 到 100 kHz）的工作，对电压范围、温度范围或制造工艺没有任何限制。

图 1-1: UNI/O<sup>®</sup> 总线示例



\*\*UNI/O<sup>®</sup> 是 Microchip Technology Inc. 的注册商标。Microchip 的 UNI/O 总线产品受到以下美国专利保护：7,376,020。

## 1.2 定义

### 1.2.1 SCIO

SCIO 是 UNI/O 总线需要的唯一 I/O 信号。串行时钟和数据均通过曼彻斯特编码嵌入在一起。在这种编码方法中，每一个位由位周期中间的强制边沿组成。该边沿的方向决定了位的值。上升沿表示“1”，而下降沿则表示“0”。

### 1.2.2 主器件

主器件决定时钟周期，控制总线访问以及发起所有操作。系统中只允许有一个主器件。可用作主器件的有单片机、ASIC 以及 FPGA 等。

### 1.2.3 从器件

从器件充当总线上的外设。从器件不发起任何操作，仅响应由主器件发起的操作。每个从器件必须有唯一的地址，主器件使用该地址搜索从器件。从器件既可作为发送方，也可作为接收方，不过工作模式由主器件及其发出的命令决定。可用作从器件的有串行 EEPROM、温度传感器以及 A/D 转换器等。

### 1.2.4 发送器

在字节发送期间控制总线的设备称为发送器。例如，当数据从从器件输出到主器件时，从器件充当的就是发送器。

### 1.2.5 接收器

接收当前数据字节的设备定义为接收器。例如，当命令从主器件发送给从器件时，从器件充当的就是接收器。

### 1.2.6 位周期

为发送单个位所保留的时间定义为位周期。这个时间的长短由主器件决定。通过测量发送起始头需要的时间，所有的从器件都能获知位周期的大小。

对于每一个位，曼彻斯特编码位的边沿必须出现在位周期的中间。

### 1.2.7 待机脉冲

用来使所有从器件进入待机模式的高电平脉冲称为待机脉冲。在选择新器件的命令开始前，需要此脉冲。

### 1.2.8 起始头

一个短而低的脉冲和随后的值为 01010101 的头字节，组成了起始头。对于任何给定命令而言，这始终是第一个被发送的字节。

在发送完头字节之后，要执行一个应答序列。这个特定的应答序列是一个仅有的特例，对于它，从器件并不会在本应发送 SAK 的时间内作出响应。

### 1.2.9 器件地址

起始头之后，发送的是器件地址。器件地址由一个或两个字节构成，分别取决于是否支持 8 位或 12 位器件寻址。器件地址用来选择总线上的特定从器件。正因为如此，系统中每个从器件必须有唯一的器件地址。否则就会出现总线冲突，无法确定操作。

### 1.2.10 系列代码

系列代码是器件地址中一个 4 位的值，它表明器件所属的系列。器件的系列有存储器件、温度传感器以及 A/D 转换器等。

### 1.2.11 器件代码

器件代码是 4 位或 8 位的值，分别取决于是否支持 8 位或 12 位器件寻址。它用来区分具有相同系列代码的器件。一些器件的器件代码位可能可以设置，而另一些器件的器件代码则是固定不变的。

### 1.2.12 应答序列

在发送完每个字节之后，要执行一个 2 位的应答序列。第一个位是 MAK，第二个是 SAK。应答序列用来表明操作是否继续或终止，用来确认是否已经接收到字节。

### 1.2.13 MAK/NOMAK

每个应答序列的第一位是 MAK 位。无论前一个字节是由哪个器件发送的，MAK 位始终由主器件发送。MAK 发送 1，NoMAK 则发送 0。

在应答序列中发送 MAK，表明当前操作还将继续。这意味着，充当发送器的设备还将发送更多数据。而 NoMAK 则表明，在应答序列之后，当前操作将马上结束。

#### 1.2.14 SAK/NOSAK

应答序列的第二个位是 **SAK** 位，它只能由从器件发送，无论前一个字节是由哪个器件发送的。**SAK** 发送 1，如果根本没有边沿出现，则是 **NoSAK**（即，无器件进行发送）。

若一个完整的字节在器件地址结束之前被发送，则会产生 **NoSAK** 位。例如，对于 8 位寻址，仅在起始头之后产生 **NoSAK**；对于 12 位寻址，**NoSAK** 会在起始头以及器件地址的 **MSB** 之后产生。

#### 1.2.15 空闲模式

从器件在空闲模式中将忽略所有的串行通信，直到接收到待机脉冲为止，这种设备模式称为空闲模式。从器件从 **POR** 恢复，或者产生任何错误条件，都将使其进入空闲模式。

#### 1.2.16 待机模式

待机模式是低功耗的器件模式，在待机模式下，从器件等待 **SCIO** 上从高至低的电平跳变——这标志着起始头的开始。从器件接收到待机脉冲或通过 **NoMAK/SAK** 组合成功结束命令之后，进入待机模式。

#### 1.2.17 保持模式

在保持模式下，为了对中断进行服务或者完成其他必须功能，主器件暂停串行通行。在任何给定的 **MAK** 位周期中，使 **SCIO** 保持为低电平，就将进入保持模式；执行带有 **MAK** 位的标准应答序列，器件将退出保持模式。

不需要在所有从器件上实现保持模式。

## 2.0 一般特性

只有一条 I/O 信号线 SCIO，它是器件间通信所必须的，所有数据传输都通过 SCIO 信号线来进行。系统中全部器件的 SCIO 信号直接以总线方式连接在一起。总线空闲状态为高电平。当主器件没有驱动总线时，为了确保总线处于空闲状态，建议使用上拉电阻。时钟和数据通过曼彻斯特编码方法嵌在一起。

串行流划分为位周期，每个位周期包含一个数据位。主器件决定位周期的长短，主器件通过位于每条命令开头的起始头，通知从器件位周期的长度。所以，在单条命令之内，位周期的长度必须一致。

### 2.1 比特率

表 12-2 中，参数 FBIT 定义了目前支持的频率范围。注意，由于总线的异步性质，定义了最小和最大频率。

### 2.2 电压范围

为了支持种类繁多的制造工艺，对于连接在总线上的器件的工作电压没有限制。工作电压范围完全取决于具体的器件。唯一的要求是输入阈值电压和输出电流限制要满足表 12-1 中给出的电气规范。

### 2.3 I/O 结构

SCIO 的 I/O 结构由一个输入缓冲器和一个推挽式三态输出驱动器组成。为了防止在可能发生总线冲突的时间内出现高电流，以及减少对外部元件的需求，必须对所有从器件上的 SCIO 输出驱动器进行限流，以满足表 12-1 给出的规范。如果系统中主器件的输出驱动器的驱动能力并不显著强于从器件的输出驱动器，在可能发生总线冲突的时间内，可能会出现不明确的电平。

因为总线空闲状态为高电平，建议使用上拉电阻，确保上电 / 掉电序列期间总线是空闲的，并确保在没有器件驱动总线时总线也是空闲的。

## 2.4 总线电容

成功的通信取决于发生在恰当时间段内的边沿跳变。此外，必须最小化压摆率（slew rate），避免检测到不期望的边沿，这在起始头发送期间最为重要。正因为如此，总线电容被限制在 100 pF。它包含了总线上所有器件的 SCIO 引脚电容，也包含了所有导线和连接点的电容。

## 2.5 制造工艺

UNI/O 总线的设计，并不针对特定的制造工艺或技术。因此，总线支持所有的 IC 制造技术，只要满足在第 12.0 节“电气规范”中给出的电气规范即可。



### 3.0 待机脉冲

在与新器件进行通信之前，必须先发送一个待机脉冲。待机脉冲通知总线上的所有从器件进入待机模式，等待新命令的开始。待机脉冲还可以用来提前结束命令。

使 SCIO 保持为高电平，持续时间至少是 TSTBY，就构成了待机脉冲。待机脉冲完成之后，从器件就绪，准备接收命令。

一旦圆满地结束了一条命令（即，通过在应答序列中使用 NoMAK/SAK 组合来结束命令），只要选择的器件与前一条命令选择的相同，开始新的命令并不需要发送待

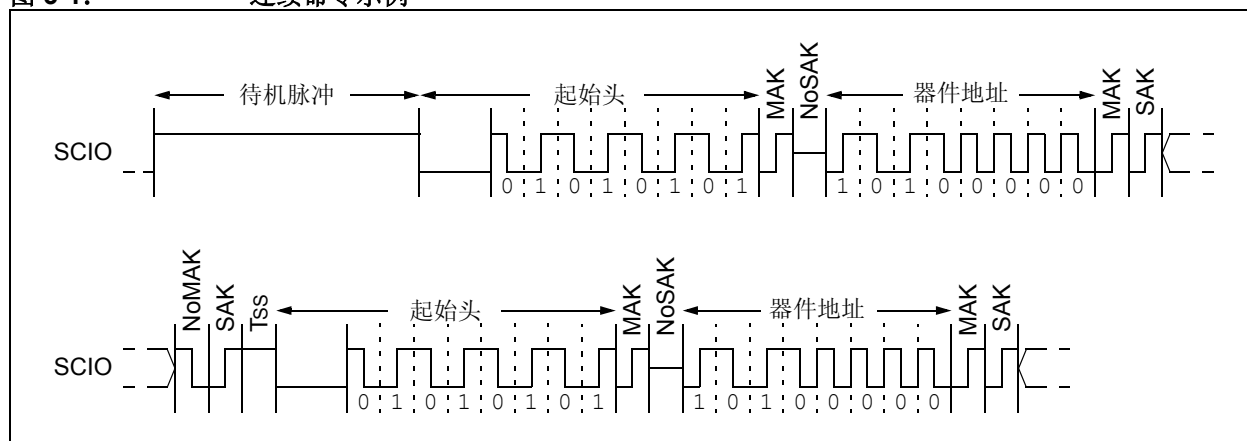
机脉冲。在这种情况下，在命令结束之后、起始头开始之前，必须要有一段长为 Tss 的时间段。Tss 之后，才可以传输起始头（包括低脉冲），开始新的命令。

如果命令是以除 NoMAK/SAK 之外的任何方式结束的，或者发送了无效数目的数据字节（字节数目由命令定义指定），那么就认为出现了错误条件，在开始新命令之前，主器件必须发送待机脉冲，而不管选择的是哪个器件。

两条连续命令的示例如图 3-1 所示。注意，两条命令的器件地址相同，表明两次选择的是同一个器件。

**注：** 在 POR/BOR 事件发生之后，在进行包括待机脉冲在内的任何通信之前，在 SCIO 上必须产生一个从低至高的跳变。

图 3-1: 连续命令示例



一旦检测到待机脉冲，通常从器件将进入其最低功耗状态。例外是当从器件正在后台进行内部处理时。示例包括 EEPROM 正在执行写周期，或者温度传感器正在进行转换，等等。

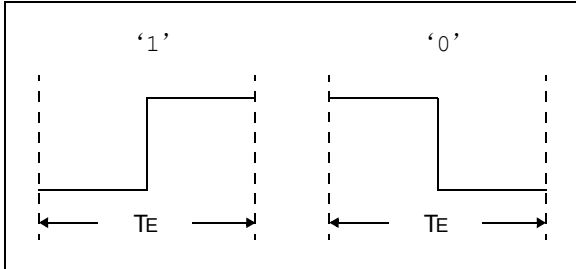
只要主器件在命令期间任何时候检测到错误状态，就将产生一个待机脉冲，应重新执行命令。

## 4.0 位电平定义

通过曼彻斯特编码，把时钟和数据嵌在了一起。每个数据位的传送都是在单个位周期  $T_E$  之内进行， $T_E$  由主器件在命令的起始头期间指定。

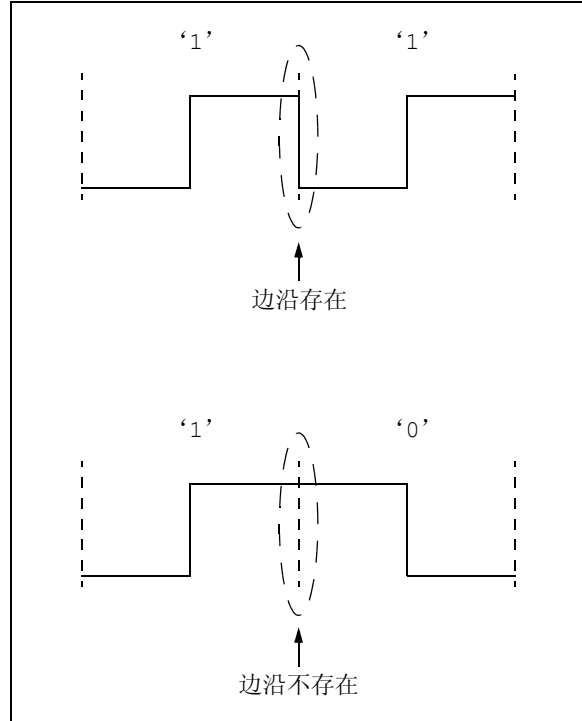
每个位周期中都含有一个位于周期中间的边沿跳变，边沿跳变的方向决定位值。中间的上升沿表明值为 1，而下降沿表明值为 0，如图 4-1 所示。

图 4-1: 位值



因为每个位周期的中间必定有边沿跳变，于是在位周期的开始，可能存在也可能不存在另一个边沿跳变。这完全取决于前一个和当前位的值。如果相继传输的是值相同的两个位，那么在第二个位的开始就需要一次边沿跳变。如果两个位的值相反，则不需要出现边沿。详见图 4-2。

图 4-2: 连续位传输示例



## 4.1 时序注意事项

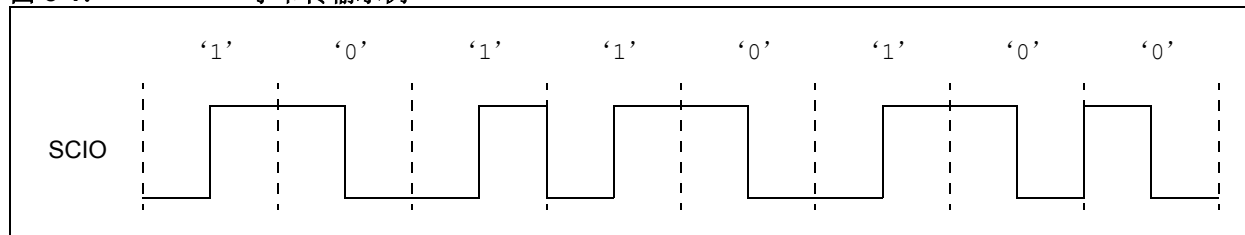
为了允许时序有一定的灵活性，UNI/O 总线兼容器件必须能够容许输入边沿时序中的小偏离，或称为抖动，抖动由  $T_{JIT}$  规定。详见图 12-4。

从器件也必须容许少许的频率漂移。对于所有的从器件， $F_{DRIFT}$  规定了每字节容许的最大频率漂移；而对于单条命令， $F_{DEV}$  规定了从初始串行位周期开始的总漂移。例如，如果某条命令开始时使用  $20 \mu s$  的位周期，则主器件容许的最大漂移是每字节  $20 \mu s * F_{DRIFT}$ ，在这条命令内，容许的总漂移最多是  $20 \mu s * F_{DEV}$ 。

## 5.0 字节电平定义

通信以 8 位字节的格式进行。所有字节的发送，都是最高有效位在最前，最低有效位在最后。前一个位之后立即传输下一个位，位与位之间没有延迟。示例如图 5-1 所示。

图 5-1: 字节传输示例



### 5.1 应答序列

包括起始头在内的每个字节传输完之后，就会出现例行应答。例行应答由两个位组成。第一个位由主器件发送，第二个位则由从器件发送，如图 5-2 所示。

#### 5.1.1 MAK

通过发送 1 来表明是主应答，或称为 **MAK**，**MAK** 通知从器件命令将继续（即，要发送更多数据）。反之，发送 0 表明是否定应答，或称为 **NoMAK**，如图 5-3 所示，**NoMAK** 用来结束当前命令，如果有必要将启动任何相应的内部处理。

在起始头之后始终必须要发送一个 **MAK** 信号。如果发送的是 **NoMAK** 信号，器件操作将不确定。

#### 5.1.2 SAK

同样，从器件发送 1 表明是从应答，或称为 **SAK**，**SAK** 信号确认成功接收了前面的数据字节。与 **NoMAK** 不同的是，信号位周期中没有中间边沿，表明是 **NoSAK**。

多个器件在同一时间进行发送将导致总线冲突，为了避免这种可能出现的总线冲突，从器件都不能使用 **SAK** 进行响应，一直到某个从器件被选定为止。也就是说，在器件地址发送完成之前传输的所有字节后，都将出现 **NoSAK** 信号（即，对于 8 位寻址，仅在起始头之后出现 **NoSAK** 信号；对于 12 位寻址，仅在起始头和器件地址的 **MSB** 之后，出现 **NoSAK** 信号）。

#### 5.1.3 差错检测

（在选定器件之后）如果在任何字节之后没有接收到来自从器件的 **SAK** 信号，就会产生错误。于是，主器件应该发送待机信号，重新开始期望的命令。

图 5-2: 例行应答

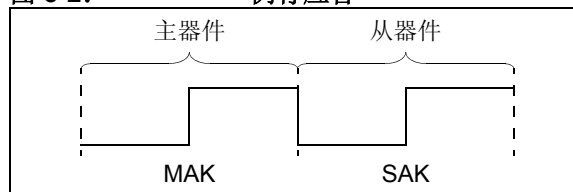
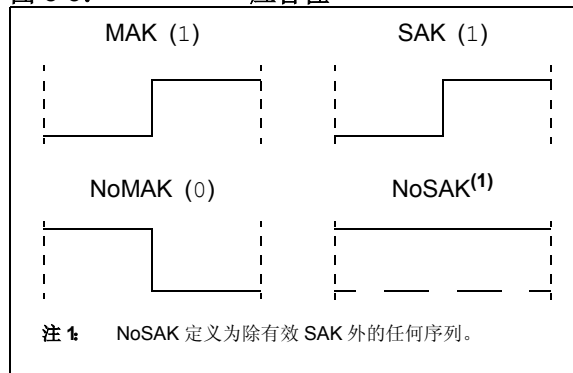


图 5-3: 应答位



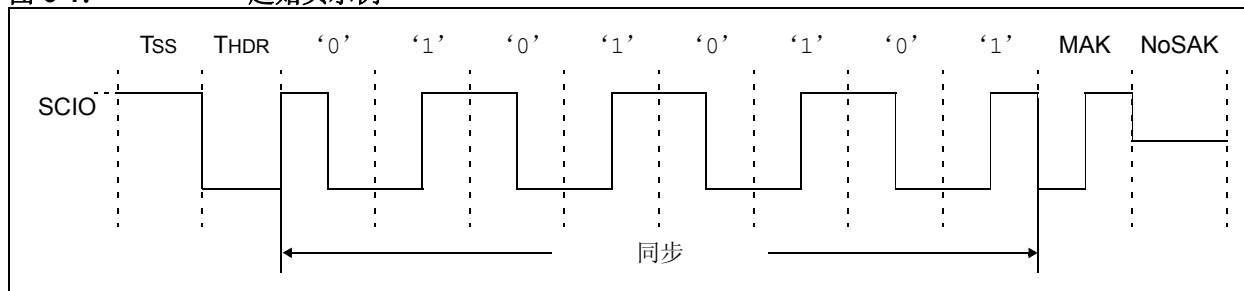
## 6.0 起始头

所有的操作之前，都必须有一个起始头。保持 SCIO 为低电平 THDR 时间，随后再传输 8 位 01010101 编码，这样就构成了起始头。这个 8 位编码用来同步从器件内

部时钟周期和主器件时钟周期，所以精确的时序非常重要。在起始头传输之后，发送一个应答序列。图 6-1 给出了起始头序列的示例。

如果不需要待机脉冲的话（即，在发送给同一器件的两条连续命令之间），在命令结束之后，起始头开始之前，必须要有一段长为 Tss 的时间间隔。

图 6-1: 起始头示例



在跟随在起始头之后的应答序列期间，没有从器件能够响应 SAK 信号。在这段时间内，没有任何器件能够驱动总线，不会出现任何边沿跳变。详见第 5.1 节“应答序列”。

## 6.1 同步

### 6.1.1 振荡器

为了提供精确的时基——使用时基可得到串行时钟频率，总线上所有的从器件都必须使用振荡器。振荡器可以在器件内部也可以在器件外部，不过，为了避免过多的外部元件，强烈建议器件具备内部振荡器。

对于规定频率，必须的振荡器精度只取决于器件的设计。总线对振荡器提出的要求仅是：在电压、温度范围内，选用的振荡器要足够稳定；在命令期间为了提供合理的同步状态，频率要足够高。

如果器件有内部振荡器，建议在空闲和待机模式中，关断振荡器，从而减少不必要的功耗。提供有供内部振荡器上电并稳定下来的时间 THDR。

### 6.1.2 获得串行频率

从器件使用起始头来确定主器件使用的位周期。在起始头传输期间，可使用计数器来度量传输 8 位数据所需的时间。然后，将计数器测得的时间值除以 8 就能确定位周期 TE，TE 可以用来度量其他所有位。

对于这样的计数器，其位数取决于使用的振荡器频率，为了支持 100 μs 的位周期（10 kbps 的操作），计数器的位数必须足够多。

## 6.2 重新同步

在通信期间，主器件或从器件的参考时钟可能出现漂移。很多事件都可能导致漂移，包括电压或温度的改变等。如果不加以校正，这样的漂移将最终导致失去同步。因此，所有从器件都必须监控每个 MAK 位的中间边沿，以及这个边沿相对于从器件位周期的位置，然后调整其频率，使它们匹配。

### 6.2.1 相位调整

在每一个 MAK 位传输期间，还应该使用中间边沿来复位从器件的相位（即，从器件应该假定 MAK 边沿位于主器件位周期的正中间，因此，应把它用作后续通信的参考）。

相位调整将确保可能发生的任何相位误差都不会逐字节累积下去。

## 7.0 8 位器件寻址

为了区分总线上不同的从器件，在起始头之后，主器件将发送器件地址字节。地址长 8 位，用来选择连接在总线上的特定器件。

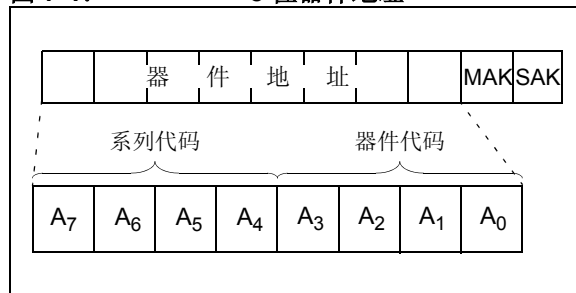
器件地址字节由 4 位系列代码和 4 位器件代码组成。器件代码可以是固定不变的，也可以是可编程的；定义器件代码是为了在同一总线上挂接系列代码相同的多个器件。

## 7.2 器件代码

器件地址的低四位 (bit A<sub>3</sub>-A<sub>0</sub>) 是器件代码。该代码也是个 4 位的值，用来区分总线上同一系列的多个器件。器件代码定义在器件层次，可以是固定不变的，也可以是可定制的。这种可定制的位，可以用任何方式来实现，包括使用外部输入引脚或者软件配置。

我们强烈建议：为了有助于防止地址冲突，在器件内可定制的器件代码位越多越好。

图 7-1: 8 位器件地址



## 7.1 系列代码

器件地址的高四位 (bit A<sub>7</sub>-A<sub>4</sub>) 是系列代码。系列代码长 4 位，给出了器件所在的系列。系列和代码由 Microchip 定义，为了降低地址冲突风险，必须遵循系列和代码定义。要获取特定器件的正确代码，请联系 Microchip。

已经为特殊功能保留了某些代码，保留代码列在表 7-1 中。

表 7-1: 保留的系列代码

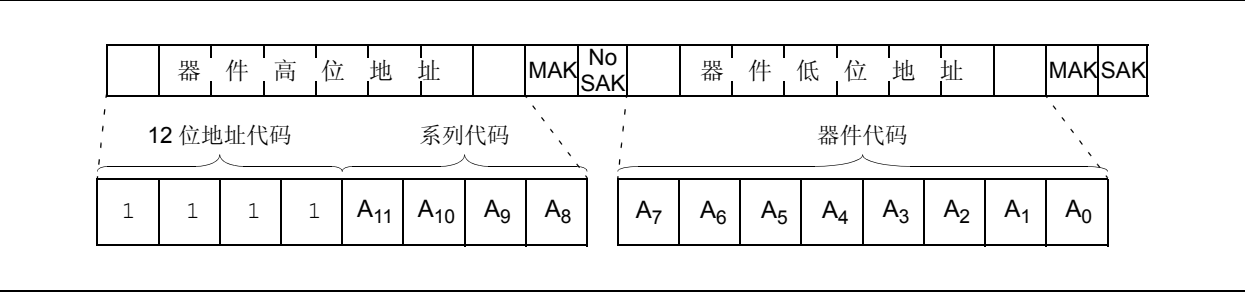
代码	说明
0000	保留，将来再使用
0100	I/O 端口扩展器
1000	频率 / 正交 / PWM 编码器
1001	温度传感器
1010	EEPROM
1101	A/D 转换器
1111	12 位可寻址器件

8.0 12 位器件寻址

12 位器件寻址是 8 位器件寻址（第 7.0 节“8 位器件寻址”）的扩展，支持的器件数量要大很多。旨在支持 12 位器件寻址的器件与 8 位可寻址器件完全兼容，这两类器件可以同时挂载在总线上。

12 位器件寻址方式利用了在第 7.1 节“系列代码”中定义的 1111 系列代码。这个代码的作用是使能兼容 12 位寻址的器件，并将使其他所有器件进入空闲模式。

图 8-1：12 位器件地址



8.1 系列代码

器件高位地址的较低四位（bit A<sub>11</sub>-A<sub>8</sub>）是系列代码。系列代码是 4 位的值，给出了器件所在的系列。系列和代码由 Microchip 定义，为了降低地址冲突风险，必须遵循系列和代码定义。要获取特定器件的正确代码，请联系 Microchip。

已经为特殊功能保留了某些代码，保留代码列在表 8-1 中。

表 8-1：系列代码

代码	说明
0000	保留，将来再使用
1111	保留，将来再使用

8.2 器件代码

器件地址的低字节（bit A<sub>7</sub>-A<sub>0</sub>）是器件代码。该代码是个 8 位的值，用来区分总线上同一系列的多个器件。器件代码定义在器件层次，可以是固定不变的，也可以是可定制的。这种可定制的位，可以用任何方式来实现，包括使用外部输入引脚或者软件配置。

我们强烈建议：为了有助于防止地址冲突，在器件内可定制的器件代码位越多越好。

## 9.0 命令结构

在器件地址之后，主器件必须发送一个命令字节，指明要进行的操作类型。命令定义在器件层次上，总线对它没有任何限制。

一个完整操作可以由任何数量的字节组成，从单命令字节，一直到理论上的无穷大。在初始命令字节之后，可以添加针对任何必要用途的更多字节，比如，添加寻址或数据字节。

无论命令所需的字节数是多少，传输自主器件的 NoMAK 信号都将结束命令。

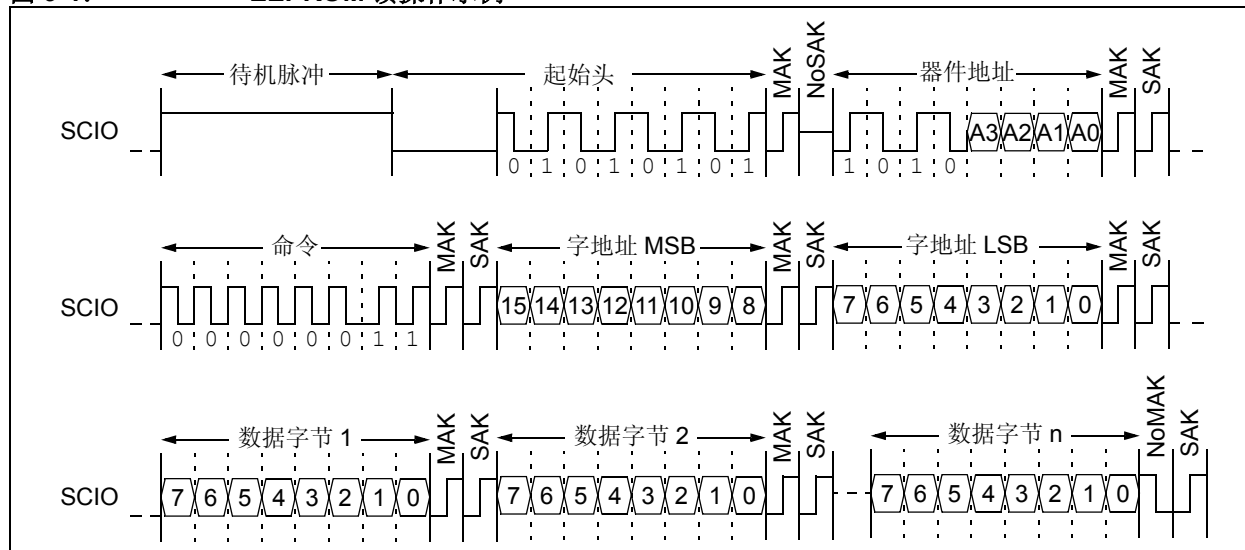
完整的操作由下列步骤组成：

- 待机脉冲<sup>(1)</sup>
- 起始头
- 器件地址
- 命令字节
- 操作所需的任何其他字节

**注 1：** 对于发送给同一器件的连续命令，不需要待机脉冲。更详细的信息请参见第 3.0 节“待机脉冲”。

图 9-1 给出了串行 EEPROM 读操作的示例。

图 9-1: EEPROM 读操作示例



10.0 器件地址轮询

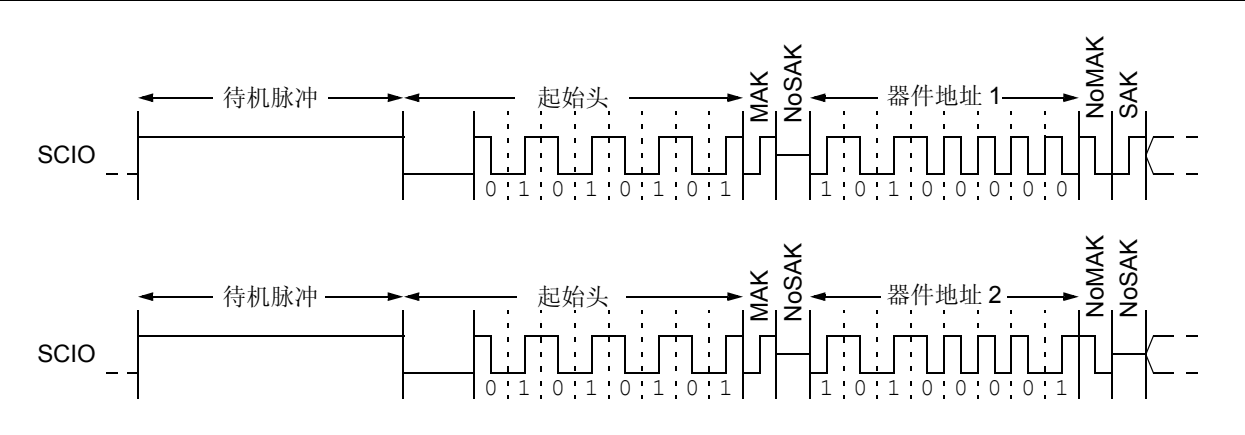
当从器件接收到 **MAK** 或 **NoMAK** 信号以及跟随在后的器件地址，只要地址是有效的，从器件就必须发送 **SAK** 进行响应。对于接收到 **NoMAK** 的情形，从器件在发出 **SAK** 后，将立即返回待机模式。

这种特性允许主器件发送一个地址轮询序列，以便确定是哪些器件连接在总线上。考虑到在系统设计中要有更大的灵活性，地址轮询序列通常与若干预期存在的器件地址一道使用。

为了进行器件地址轮询，主器件产生一个待机脉冲和起始头，在 **NoMAK** 之后发送期望的器件地址。然后，主器件检查对应的从器件是否发送了 **SAK** 信号。如果接收到 **SAK** 信号，那么表示具有指定器件地址的从器件存在。注意，在每条命令之前，必须产生一个待机脉冲，因为在每个序列期间寻址的是不同的器件。

图 10-1 所示是轮询两个器件的示例，两个器件的地址都是 8 位。在此示例中，第一个器件连接在总线上，第二个器件不在总线上。对于 12 位寻址，地址轮询序列基本相同，差别是在器件低地址之后检查 **SAK** 应答。

图 10-1: 器件地址轮询示例





## 11.0 器件模式

### 11.1 空闲模式

从器件必须具有空闲模式，在空闲模式期间，器件忽略所有的串行数据，一直到出现待机脉冲为止。在下列条件下，器件将进入空闲模式，同时不产生 SAK 信号：

- 无效的器件地址
- 无效的命令字节
- 错过边沿跳变（进入保持模式时除外）
- 在命令序列完成之前收到 NoMAK 信号，除非该信号跟在器件地址后

无效的起始头不能被检测到，但它可能间接地导致器件进入空闲模式，因为无效的起始头使得从器件不能正确地与主器件同步。如果从器件不能与主器件同步，可能会错过对边沿跳变的检测，从而致使器件进入空闲模式。

### 11.2 器件待机

从器件必须具有待机模式，在待机模式期间，器件等待新命令的开始。在经过了 Tss 时间段之后，SCIO 上从高至低的跳变将使器件退出待机模式，准备接收起始头。

在下列条件下，器件将进入待机模式：

- 后随 SAK 的 NoMAK 信号（即，命令合法结束）
- 收到待机脉冲

待机模式用来提供低功耗工作模式。为了最大化功效，只有在起始头低电平脉冲开始时才会退出待机模式。

### 11.3 器件保持

保持模式允许主器件暂停通信，以便完成其他任务，诸如中断服务，等等。为了发起保持序列，在下一个 MAK 位周期的开始，主器件必须使 SCIO 为低电平，低电平时间至少是 THLD，进入保持模式后应继续使 SCIO 为低电平。

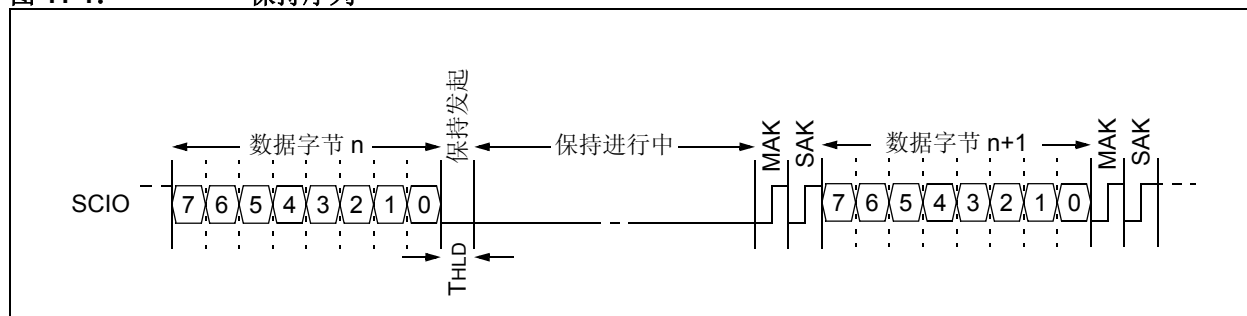
要使从器件退出保持模式，主器件继续当前操作，主器件应发起一个应答序列，如第 5.1 节“应答序列”所述，发送 MAK 信号并检查从器件的响应。更多细节请见图 11-1。应答序列不必与前面传输的位同相，从而允许保持序列持续的时间大于 THLD，且长度没有限制。在整个保持序列中，位周期必须保持不变。

注意，如果 SCIO 保持为低电平的时间长达一个完整的位周期（传输 MAK 的位周期除外）（即，如果中间边沿没有出现），从器件必定认为这是错误状态，从而终止操作，进入空闲模式。

须通过发送 MAK 来终止保持序列。如果发送的是 NoMAK，则没有办法检测到，操作将是不确定的。

是否要实现保持功能由用户选择。没有保持功能，器件仍然可能服从 UNI/O 总线规范。

图 11-1：保持序列



## 12.0 电气规范

表 12-1: I/O 结构直流特性

直流特性						
参数编号	符号	说明	最小值	最大值	单位	测试条件
D1	V <sub>IH</sub>	输入电压高电平	.7 V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> +1	V	
D2	V <sub>IL</sub>	输入电压低电平	-0.3 -0.3	0.3*V <sub>CC</sub> 0.2*V <sub>CC</sub>	V	V <sub>CC</sub> ≥ 2.5V V <sub>CC</sub> < 2.5V
D3	V <sub>HYS</sub>	施密特触发器输入的 滞回 (SCIO)	0.05*V <sub>CC</sub>	—	V	V <sub>CC</sub> ≥ 2.5V
D4	V <sub>OH</sub>	输出电压高电平	V <sub>CC</sub> -0.5 V <sub>CC</sub> -0.5	— —	V V	I <sub>OH</sub> = -300 μA, V <sub>CC</sub> ≥ 2.5V I <sub>OH</sub> = -200 μA, V <sub>CC</sub> < 2.5V
D5	V <sub>OL</sub>	输出电压低电平	— —	0.4 0.4	V V	I <sub>OL</sub> = 300 μA, V <sub>CC</sub> ≥ 2.5V I <sub>OL</sub> = 200 μA, V <sub>CC</sub> < 2.5V
D6	I <sub>O</sub>	从器件输出电流限制 (注 1)	— —	±4 ±3	mA mA	V <sub>CC</sub> ≥ 2.5V V <sub>CC</sub> < 2.5V
D7	I <sub>LI</sub>	输入漏电流 (SCIO)	—	±10	μA	V <sub>IN</sub> = V <sub>SS</sub> 或 V <sub>CC</sub>
D8	C <sub>INT</sub>	器件电容 (SCIO)	—	7	pF	—
D9	C <sub>B</sub>	总线电容	—	100	pF	—

注 1: 为了确保不超出 I<sub>O</sub>, 从 SCIO 输出驱动器阻抗必须改变。

表 12-2: 交流特性

交流特性						
参数编号	符号	说明	最小值	最大值	单位	条件
1	F <sub>BIT</sub>	串行位频率	10	100	kHz	—
2	T <sub>E</sub>	位周期	10	100	μs	—
3	T <sub>IJIT</sub>	容许的输入边沿抖动	—	±0.08	UI	(注 1)
4	F <sub>DRIFT</sub>	串行位频率漂移速率容差	—	±0.75	%	每字节
5	F <sub>DEV</sub>	串行位频率漂移限制	—	±5	%	每条命令
6	T <sub>R</sub>	SCIO 输入上升时间	—	100	ns	—
7	T <sub>F</sub>	SCIO 输入下降时间	—	100	ns	—
8	T <sub>STBY</sub>	待机脉冲时间	600	—	μs	—
9	T <sub>SS</sub>	起始头建立时间	10	—	μs	—
10	T <sub>HDR</sub>	起始头低脉冲时间	5	—	μs	—
11	T <sub>SP</sub>	输入滤波器尖峰干扰抑制时间 (SCIO)	—	50	ns	—
12	T <sub>HLD</sub>	保持时间	1*T <sub>E</sub>	—	μs	—

注 1: 在当前总线频率下, 单位时间间隔 (UI) 等于一个位周期 (T<sub>E</sub>)。

图 12-1: 总线时序 — 起始头

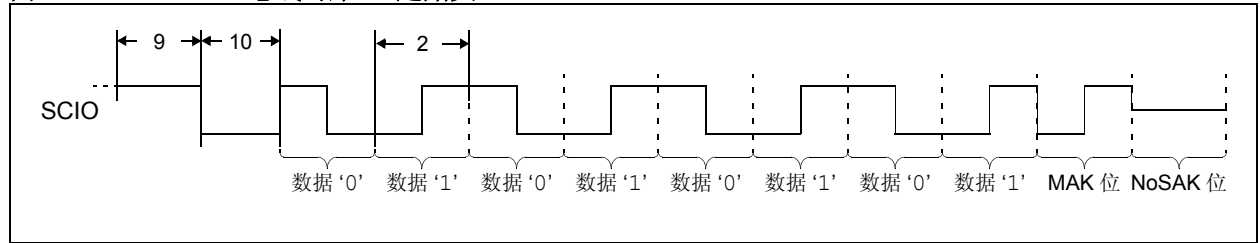


图 12-2: 总线时序 — 数据

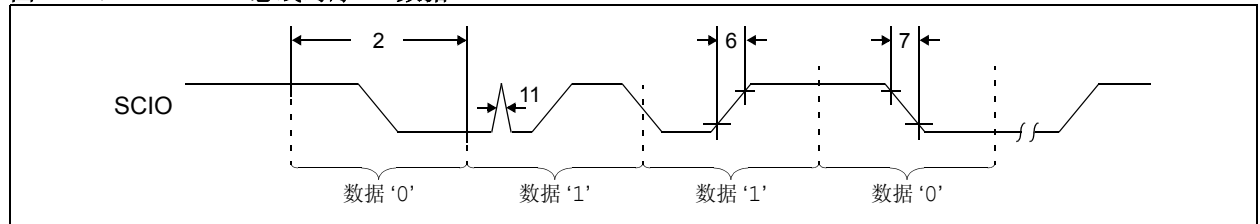


图 12-3: 总线时序 — 待机脉冲

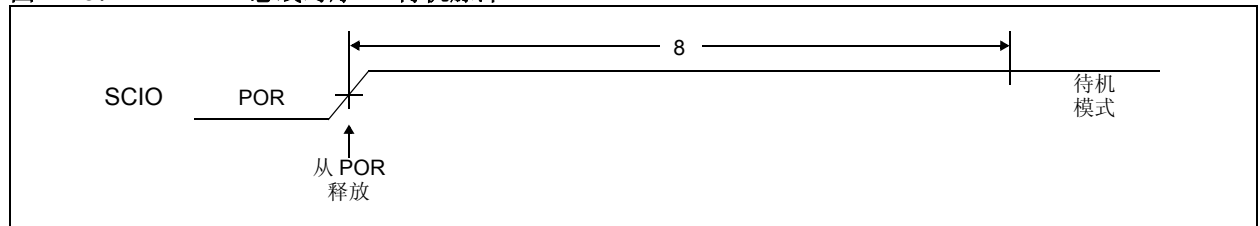


图 12-4: 总线时序 — 抖动

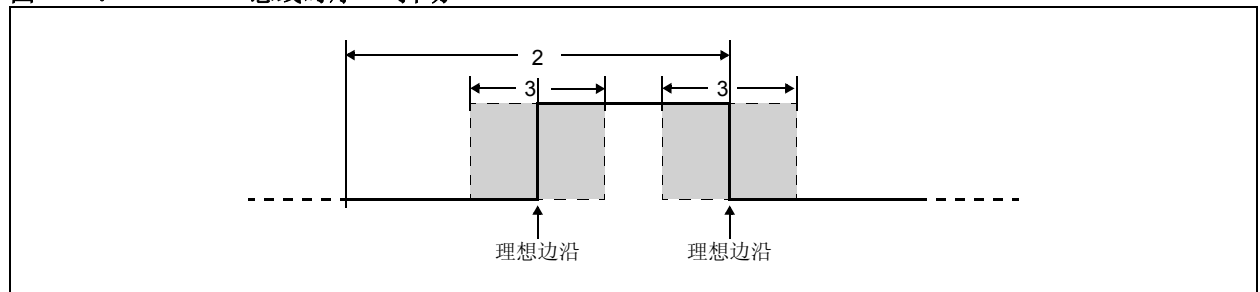
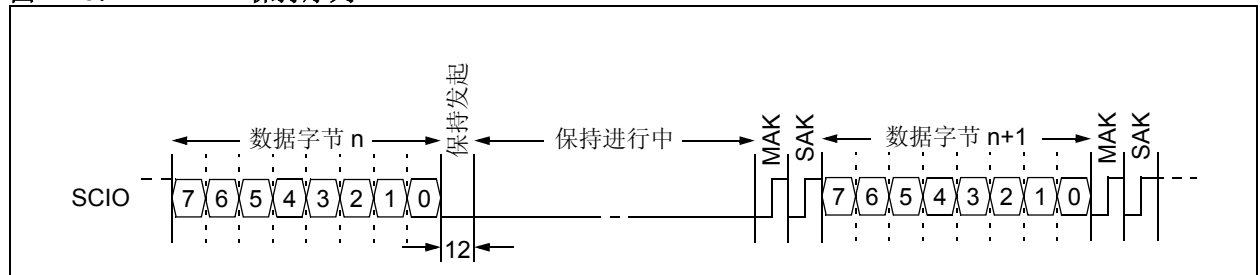


图 12-5: 保持序列



注:

注:



**MICROCHIP**

## 全球销售及服务中心

### 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://support.microchip.com>  
网址: [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

**亚特兰大 Atlanta**  
Duluth, GA

Tel: 678-957-9614  
Fax: 678-957-1455

**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

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

**底特律 Detroit**  
Farmington Hills, MI  
Tel: 1-248-538-2250  
Fax: 1-248-538-2260

**科科莫 Kokomo**  
Kokomo, IN  
Tel: 1-765-864-8360  
Fax: 1-765-864-8387

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

**圣克拉拉 Santa Clara**  
Santa Clara, CA  
Tel: 408-961-6444  
Fax: 408-961-6445

**加拿大多伦多 Toronto**  
Mississauga, Ontario,  
Canada  
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: 86-10-8528-2100  
Fax: 86-10-8528-2104

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

**中国 - 香港特别行政区**  
Tel: 852-2401-1200  
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: 86-755-8203-2660  
Fax: 86-755-8203-1760

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

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

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

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

**台湾地区 - 高雄**  
Tel: 886-7-536-4818  
Fax: 886-7-536-4803

**台湾地区 - 台北**  
Tel: 886-2-2500-6610  
Fax: 886-2-2508-0102

**台湾地区 - 新竹**  
Tel: 886-3-572-9526  
Fax: 886-3-572-6459

### 亚太地区

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

**印度 India - Bangalore**  
Tel: 91-80-4182-8400  
Fax: 91-80-4182-8422

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

**印度 India - Pune**  
Tel: 91-20-2566-1512  
Fax: 91-20-2566-1513

**日本 Japan - Yokohama**  
Tel: 81-45-471-6166  
Fax: 81-45-471-6122

**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 - Munich**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

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

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

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

**英国 UK - Wokingham**  
Tel: 44-118-921-5869  
Fax: 44-118-921-5820

01/02/08