

X4043 | X4045

带4Kb EEPROM的CPU监控器

一、概述

1.1 一般说明

X4043/45把四种常用的功能：上电复位、看门狗定时器、电源电压监控和块锁（Block Lock™）保护的串行EEPROM存储器组成在一个封装之内。这种组合降低了系统成本、减少了电路板空间和增加了可靠性。

向器件加电时激活了上电复位电路，它保持 $\overline{\text{RESET}}$ /RESET有效一段时间。这可使电源和振荡器稳定，然后微处理器再执行代码。

看门狗定时器对微控制器提供了一个独立的保护机制。当系统故障时，在可选的超时时间（time-out interval）之后，器件将激活 $\overline{\text{RESET}}$ /RESET信号，用户可以从三个预置的值中选择一个超时时间。一旦选定，即使在断电后重启电源时也不会改变。

器件的低 V_{CC} 检测电路，可以保护系统免受低电压之影响，当 V_{CC} 降到最小 V_{CC} 转换点以下时，系统复位。复位一直持续到 V_{CC} 回到正常工作电平并且稳定为止。有5个工业标准的转换电压门限 V_{trip} 可以选用，并且Xicor独特的电路允许对门限编程以满足用户的需要或者对高精度应用的精细调整的需要。

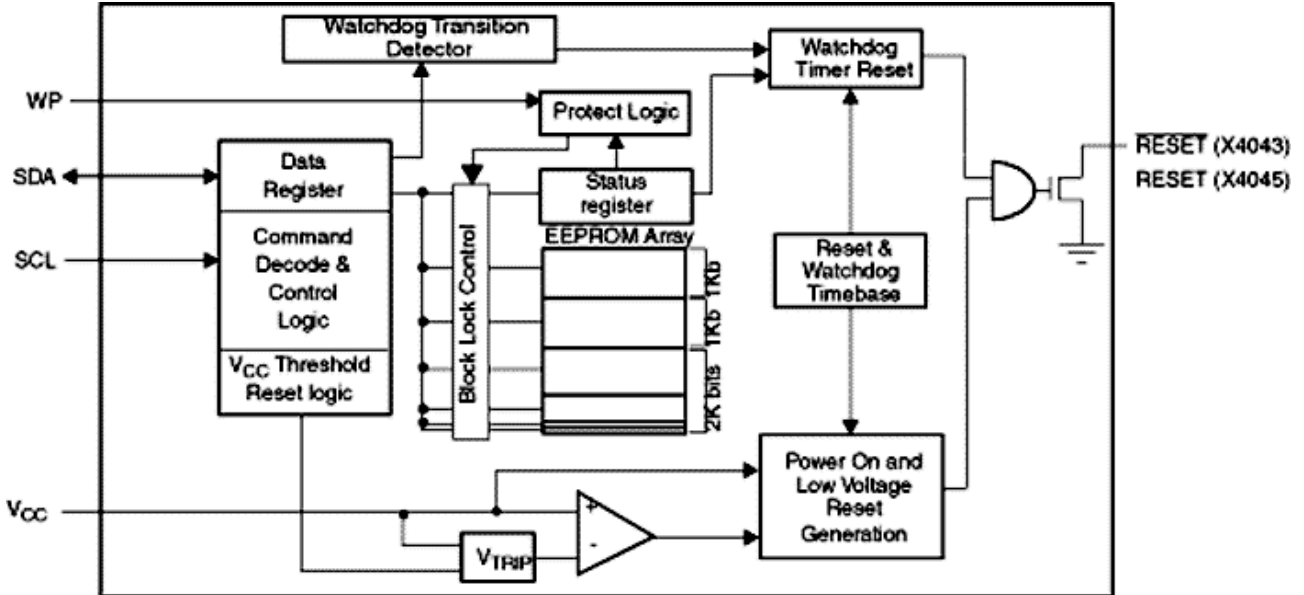
X4043/45的存储器部份是具有Xicor块锁保护的CMOS 4Kb串行EEPROM。该阵列内部的组织是 $\times 8$ 。器件具有二线接口的特性，其软件协议允许工作在 I^2C 总线上。

器件利用了Xicor公司专有的Direct Write™晶片，提供最小为1000000次擦写和最少为100年的数据保存期。

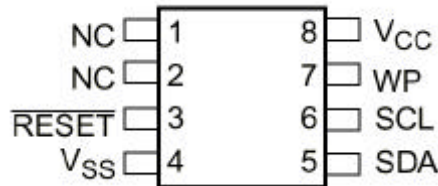
1.2 特点

- * 可选择的看门狗定时器
- * 低 V_{CC} 检测并产生复位
 - 五种标准的复位门限电压
 - 用专用的编程顺序调整低 V_{CC} 复位门限电压
 - 复位信号有效至 $V_{CC}=1V$
- * 低功耗CMOS
 - 看门狗工作时，等待电流小于 $20\mu A$ （最大）
 - 看门狗停止时，等待电流小于 $1\mu A$
 - 工作电流3mA
- * 4K位EEPROM
 - 16字节页写方式
 - 自定时间写周期
 - 5ms写周期（典型）
- * 内建偶然性的（inadvertent）写保护
 - 上电/掉电保护电路
 - 用Block Lock™保护方式保护0、1/4、1/2、全部或者16、32、64或128字节的EEPROM
- * 400kHz I^2C 接口
- * 工作电压1.8V至5.5V
- * 可供封装
 - 8引脚SOIC
 - 8引脚MSOP

1.3 方框图



1.4 引脚排列及引脚说明



引脚说明如下表。

引脚 SOIC/DIP	引脚 TSSOP	引脚 MSOP	名称	功 能
1	3		NC	无内部连接
2	4		NC	无内部连接
3	5	2	RESET	复位输出。RESET/RESET是低/高有效的漏极开路输出端，只要V _{CC} 下降至低于最小V _{CC} 检测电平时该输出端变为有效。它将保持有效直至V _{CC} 上升到最小V _{CC} 检测电平250ms为止。如果看门狗定时器是使能的而且SDA保持HIGH或LOW的时间长于选定的看门狗超时时间，则RESET/RESET将变为有效。在SDA有一下降 边同时SCL为高电平HIGH，将复位看门狗定时器。上电时RESET/RESET变为有效并在电源稳定以后保持有效250ms
4	6	3	V _{SS}	地
5	7	4	SDA	串行数据。SDA是一个用于输入和输出数据的双向I/O引脚。它是漏极开路输出端，因而可以与其它漏极开路输出或集电极开路输出端线或。该引脚需要一个上拉电阻，它的输入缓冲器总是有效的。看门狗输入。SDA上一个高至低的跳变（当SCL为HIGH时）重新启动看门狗定时器。在看门狗的超时时间内不出现由高至低的跳变将导致RESET/RESET有效
6	8	5	SCL	串行时钟。串行时钟控制串行总线数据输入和输出的时序
7	1	6	WP	写保护。WP为高可阻止向器件任何地址的写入（包括控制寄存器）
8	2	1	V _{CC}	电源电压

二、工作原理

2.1 上电复位

向X4043/45加电时会激活一个“上电复位电路”，它将使 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 引脚有效。这个信号有几种用途：

- 它避免系统的微处理器在电压不足的情况下工作。
- 它避免微处理器在振荡器稳定前工作。
- 它让电路初始化之前有时间为FPGA下载它的配置。
- 在电压上升时它避免与EEPROM通信，这大大地减少了数据的丢失现象。

当 V_{CC} 超过器件的 V_{TRIP} 门限值，经200ms（典型）电路释放 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ ，允许系统开始工作。

2.2 低电压监视

在工作时，X4043/45监视 V_{CC} 电平，如果电源电压跌落到预置的最小 V_{TRIP} 以下时，即确认 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 。 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 信号避免了微处理器工作在电源失效或断开的情况下。 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 信号保持有效直到电压跌到低于1V。它也保持有效直到 V_{CC} 返回并超过 V_{TRIP} 经200ms时。

2.3 看门狗定时器

看门狗定时器电路通过监视SDA及SCL引脚来监视微处理器是否激活。微处理器必须周期性地触发串行数据引脚（SDA）由高到低，而SCL为高（这是一个“开始”位），这要在看门狗的超时周期满期之前以避免 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 信号。在状态寄存器中的两个非易失性控制位可以决定看门狗的超时周期。微处理器可以改变这些看门狗控制位，或者它们可以通过将WP脚连接到高电位而被“锁定”。

2.4 对EEPROM不小心写入的保护

当低电压条件（ $V_{CC} < V_{TRIP}$ ）引起 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 变为有效时，任何正在进行的通信被中止。 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 为有效的时候，任何新的通信都不允许因而也不开始任何非易失性写的操作。当 $\overline{\text{RESET}}/\text{RESET}$ 变为有效时，正在进行的非易失性写将允许进行完毕。

附加的保护机制提供存储器块闭锁和写保护（WP）引脚二种。这些问题将在本手册的其它地方讨论。

2.5 重新设置 V_{CC} 门限的步骤

X4043/45出厂时是处于标准的 V_{CC} 门限（ V_{TRIP} ）电压。这个标准值在正常工作和储存时是不会改变的。但是在应用中，当标准的 V_{TRIP} 并不恰当时，或者需要更精确的 V_{TRIP} 值时，X4043/45的门限是可以调整的。这要用到非易失性控制信号，其步骤说明如下。

2.5.1 V_{TRIP} 电压的设置

该步骤用来设置 V_{TRIP} 为更高或更低的电压值。在设定新的值之前需要先重报设置跳变点。

为了设置新的 V_{TRIP} 电压，从设置控制寄存器中的WEL位开始，然后加需要的 V_{TRIP} 门限电压至 V_{CC} 引脚以及编程电压 V_P 至WP引脚并向地址01h写入数据00h。一次有效的写操作之后跟随的停止位将启动 V_{TRIP} 的编程过程。将VP置为低电位将完成该操作。

注意：该操作要化去10ms来完成和向EEPROM阵列的地址01h写入00h。

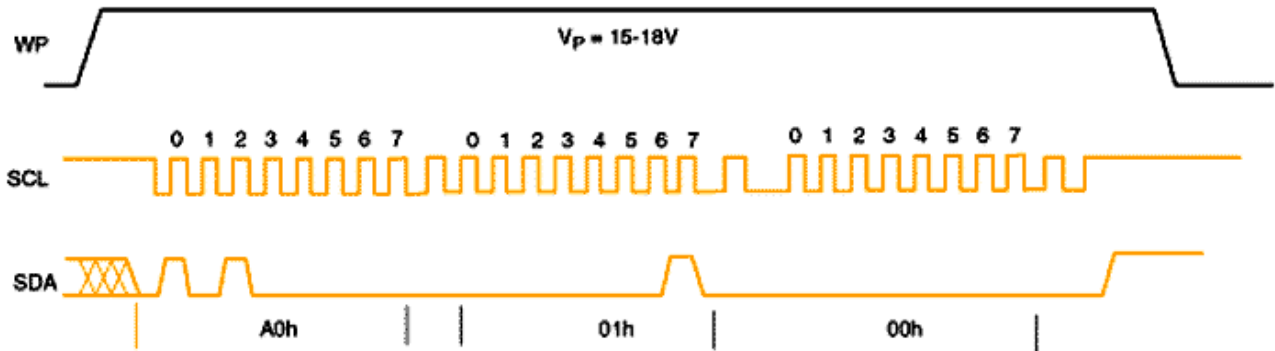


图1 设置V_{TRIP}电平的过程 (V_{CC}=所需的V_{TRIP}电平, WEL位置1)

2.5.2 V_{TRIP}电压的重新设置

该步骤用来设置V_{TRIP}至一个“原始”电压的电平。例如，如果当前的V_{TRIP}是4.4V而新的V_{TRIP}必须是4.0V，则V_{TRIP}必须被复位。当V_{TRIP}被复位时，新的V_{TRIP}将稍小于1.7V。为了设置电压至一个较低的电平，必须使用本步骤。

为了重新设置新的V_{TRIP}电压，从设置控制寄存器中的WEL位开始，加需要的V_{TRIP}门限电压至V_{CC}引脚以及编程电压V_p至WP引脚并向地址03h写入00h。有效的写操作的停止位将初始化V_{TRIP}编程过程。将WP置为低电平将完成该操作。

注意：该操作要化去10ms来完成和向EEPROM阵列的地址03h写入00h。

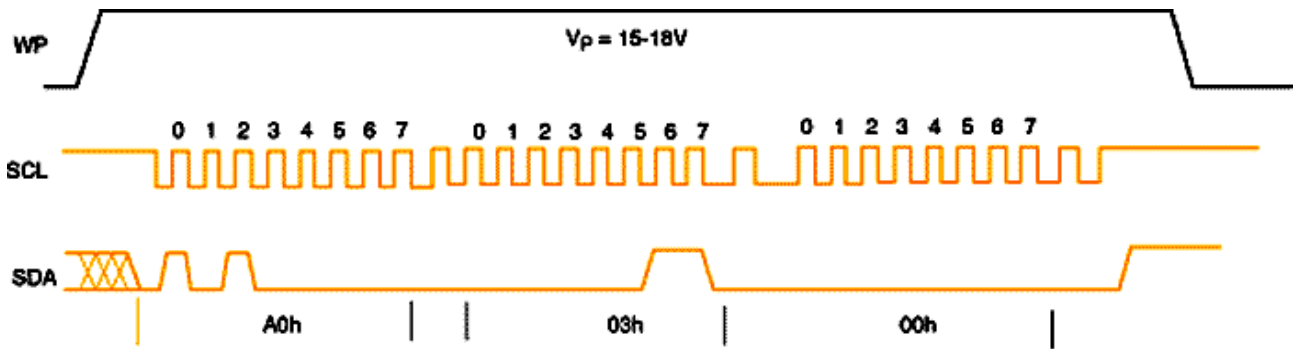


图2 重新设置V_{TRIP}电平的过程 (V_{CC}>3V、 \overline{WP} =15~18V、WEL位置1)

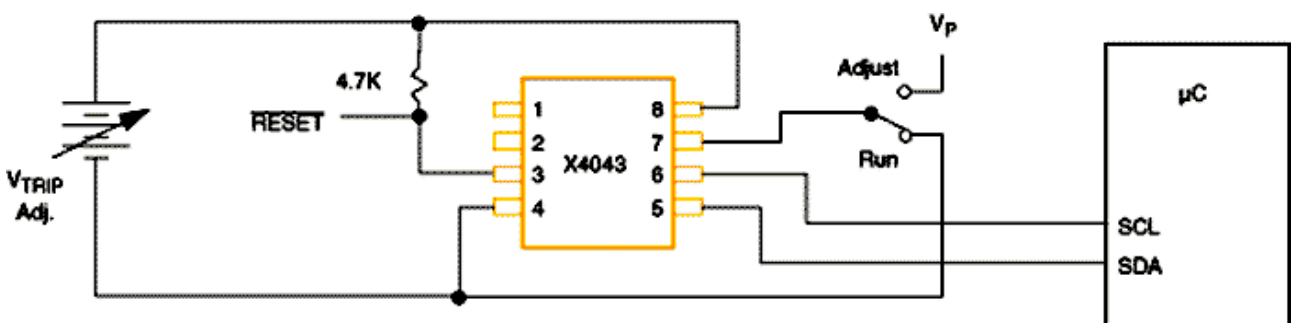
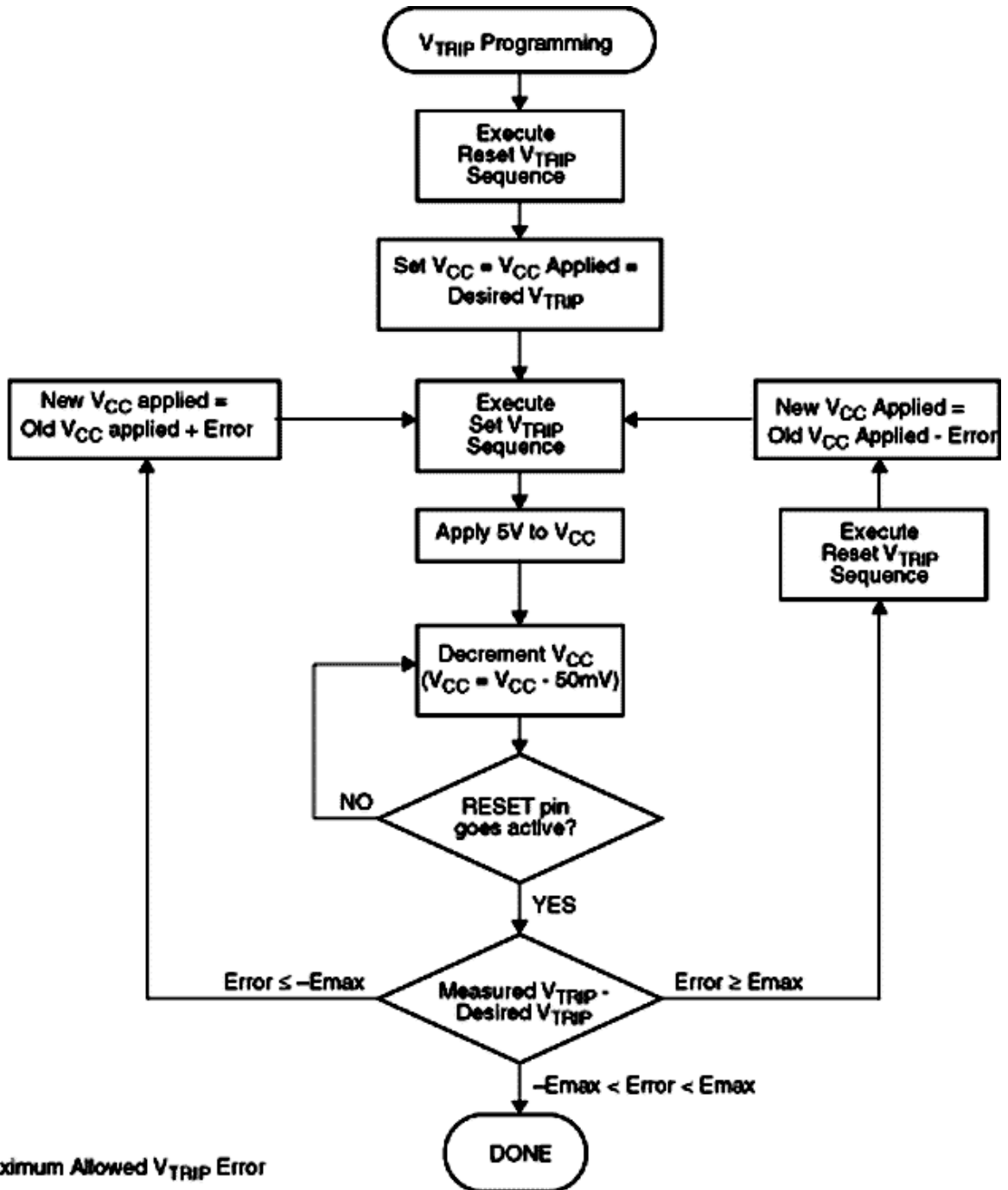


图3 V_{TRIP}重新设置电路



Emax = Maximum Allowed VTRIP Error

图4 VTRIP编程过程

2.6 控制寄存器

控制寄存器向用户提供用于改变块闭锁和看门狗定时器设置的机制。块闭锁和看门狗定时器设置的各位是非易失性的，因而当电源去掉时不会改变。

控制寄存器由位于地址1FFh的从字节（1011）中特殊的引导程序访问。控制寄存器的修改只能通过直接向寄存器地址写一个字节的操作来完成，并且每次寄存器写操作只允许一个数据字节。在向控制寄存器写之前，必须用两步来设置WEL和RWEL位，整个过程需要三步。请见以下“写控制寄存器”节。

在送字节至寄存器去初始化非易失性位(这些位储存WD1、WD0、BP2、BP1和BP0)之后，用户必须发出一个“停止”位。在第一个字节写入后X4043/45将不应答任何数据字节。

任何时候，用特殊的引导程序在地址1FFh完成一次随机读之后，可以读出控制字节的状态。寄存器的每一次读操作只能读出一个字节。在第一字节被读出时X4043/45将自己复位。主机必须提供一个与总线协议相符的停止条件，但是为结束本次操作，并不一定需要停止（stop）信号。

2.6.1 控制寄存器各位的定义

控制寄存器各位的定义如下表

7	6	5	4	3	2	1	0
0	WD1	WD0	BP1	BP0	RWEL	WEL	BP2

RWEL：寄存器写使能锁存（易失的）

RWEL位必须在要向控制寄存器写入前置“1”。

WEL：写使能锁存（易失的）

WEL位控制向存储器的访问以及当写操作时对寄存器的访问。该位是易失的，当上电时处于低电平（禁止）状态。当WEL位为低电平时，向任何地址，包括控制寄存器的写入将被忽略（在数据字节之后将不发应答信号）。WEL位的设置要通过写“1”至控制寄存器中的WEL位，而其它各位都为0。一旦置1，WEL将保持置1除非要被复位至0（通过写“0”至WEL位以及0至其它各位）或者直到器件再次上电。向WEL位写入并不引起非易失性写周期，因此在停止条件之后器件立即就做好了下一次操作的准备。

BP2、BP1、BP0：块保护位（非易失性）

块保护位BP2、BP1、BP0决定阵列中那些块是写保护的。向存储器的保护块写入是被忽略的。块保护位可以对阵列中的8个段分别提供写保护。

BP2	BP1	BP0	受保护地址	被锁的块
0	0	0	无（工厂设置）	无
0	0	1	180h-1FFh（128字节）	高1/4（Q4）
0	1	0	100h-1FFh（256字节）	高1/2（Q3、Q4）
0	1	1	000h-1FFh（512字节）	全阵列（全部）
1	0	0	000h-00Fh（16字节）	第1页
1	0	1	000-01Fh（32字节）	前2页
1	1	0	000h-03Fh（64字节）	前4页
1	1	1	000h-07Fh（128字节）	前8页

WD1、WD0：看门狗定时器位

WD1和WD0位控制看门狗定时器的超时周期。如下表所示。

WD1	WD0	看门狗超时周期
0	0	1.4秒（工厂设置）
0	1	600毫秒
1	0	200毫秒
1	1	禁止

2.6.2 写控制寄存器

改变控制寄存器中任何非易失性位需要以下步骤：

- 写02H至控制寄存器将WEL位置1。这是一次易失性操作，因此写指令后无延迟。（应有开始信号在前，结束信号在后）
- 写06H至控制寄存器，将RWEL和WEL两位都置1。这也是一次易失性操作。数据字节中的各个0是需要的。（同样，开始信号在前，结束信号在后。）
- 写一个值到控制寄存器，这个值使各个控制位都置成所需的状态。这可以用二进制表示为0xystolr，其中xy是WD的二位，而rst是BP的三位。（应有开始信号在前，结束信号在后）。因为这是一次非易失性操作，将需要10ms才能完成。在这次操作中RWEL位被复位，并且操作必须被重复以再次改变非易失位。如果位2在这第三步中被置1（0xyst11r），则RWEL位被置位，而WD1、WD0、BP2、BP1和BP0这些位保持不变。写第二字节至控制寄存器是不允许的。如果这样做将中止写操作并返回一个NACK。
- 在前面的各次操作之间发生一次读操作将不影响寄存器的写操作。
- 不向控制寄存器中的非易失性控制位写将不能复位RWEL位，将器件断电再上电也可复位RWEL位。

举例说明，向器件写入[02H、06H、02H]系列将复位控制寄存器中所有的各非易失性位为0。写入[02H、06H、06H]系列将不改变各非易失性位并保持RWEL位为1。

2.7 串行接口

2.7.1 串行接口惯例

器件支持与双向总线有关的协议。该协议定义任何发送数据的器件为发送器，接收数据的器件为接收器。控制信号传送的器件称为主机而被控制的器件称为从机。主机总是启动数据传送并提供发送和接收操作的时钟。所以，X4043/45在所有的应用中用作从机。

2.7.2 串行时钟和数据

只有当SCL为LOW时SDA线上的数据状态才允许改变。当SCL为HIGH时SDA的状态改变作为表示开始（start）和停止（stop）条件，见图5

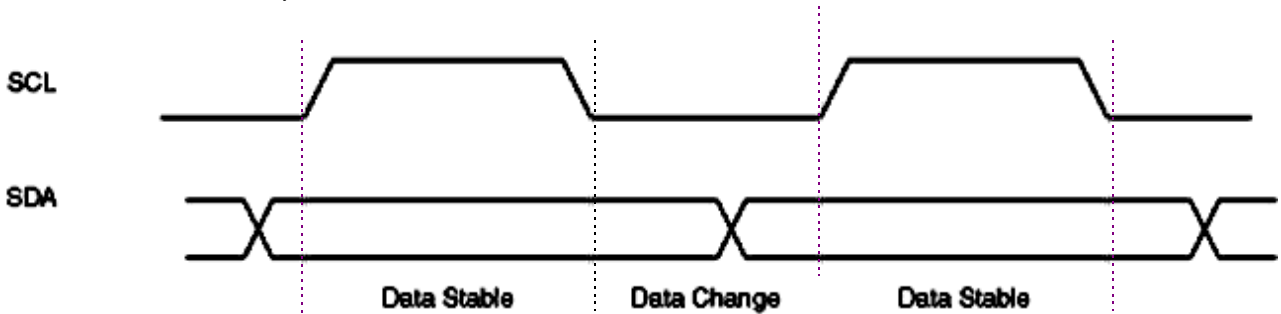


图5 在SDA总线上有效的数据变化

2.7.3 开始条件

所有的命令都由开始条件前导，它是一个当SCL为HIGH在SDA线上由HIGH至LOW的跳变。器件不断地监视SDA和SCL线上的开始条件，并且在没有遇到这个条件以前不响应任何命令，见图6

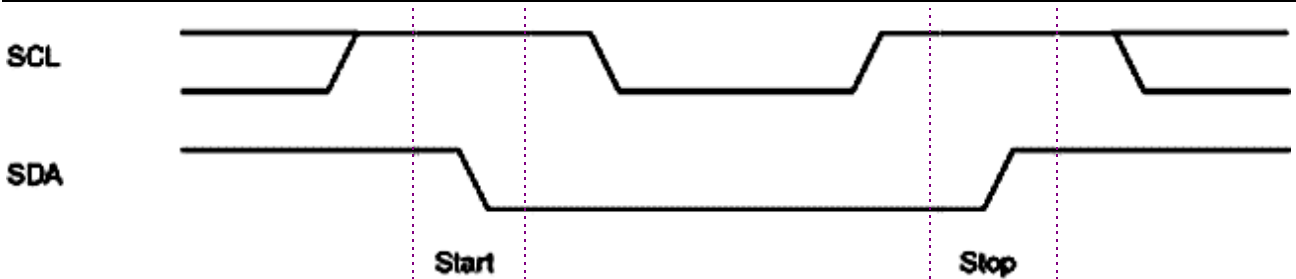


图6 有效的开始和停止条件

2.7.4 停止条件

所有的通信必须以停止条件来终止，它是一个当SCL为HIGH时在SDA线上由LOW至HIGH的跳变。在一次读操作后，停止条件也被用来将器件置入电源等待方式。在发送器已释放总线后，可以仅只发送一个停止条件，见图6。

2.7.5 应答

应答是一个软件协议，用来表示数据传送成功。发送器件不管是主机或从机，在发送8位后即释放总线。在第九个时钟周期，接收器将SDA拉低作为它已接收到8位数据的应答，请见图7。

当识别出开始条件后，并且如果包括在从机地址字节中的器件辨识符和选择位是正确的，器件将以一个应答作为响应。如果选择一个写操作，则在每收到连续的8位后，器件将响应一个应答。除非当收到从机地址字节时器件的辨识符和/或选择位不正确，器件都将对输入的数据和地址字节作出应答。

在读方式，器件将发送8位数据，释放SDA线，然后监视线上的应答。如果检测到一个应答而主机又不产生停止条件，器件将继续发送数据。如果没有检测到应答，器件将终止进一步的数据发送。主机必须接着发出一个停止条件使器件返回到等待方式。

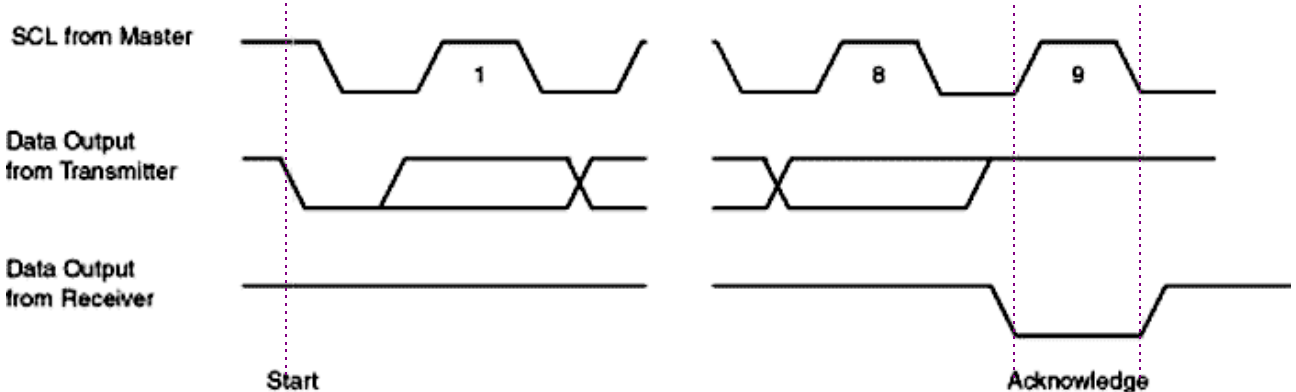


图7 接收器响应的应答

2.8 串行写操作

2.8.1 字节写

对于一次写操作，器件需要一个字节的从地址和一个字地址字节。这使主机可以访问阵列内的任何一个字。在收到字地址字节以后，器件响应一个应答，并等待接着的8位数据。在收到8位数据字节之后，器件再响应一个应答。

然后主机通过产生一个停止条件以终止传送，在这时器件开始向非易失性存储器写入的内部周期。在这个内部写周期时，器件的输入被禁止，因此器件将不响应主机的任何请求，SDA输出端处于高阻抗，见图8。

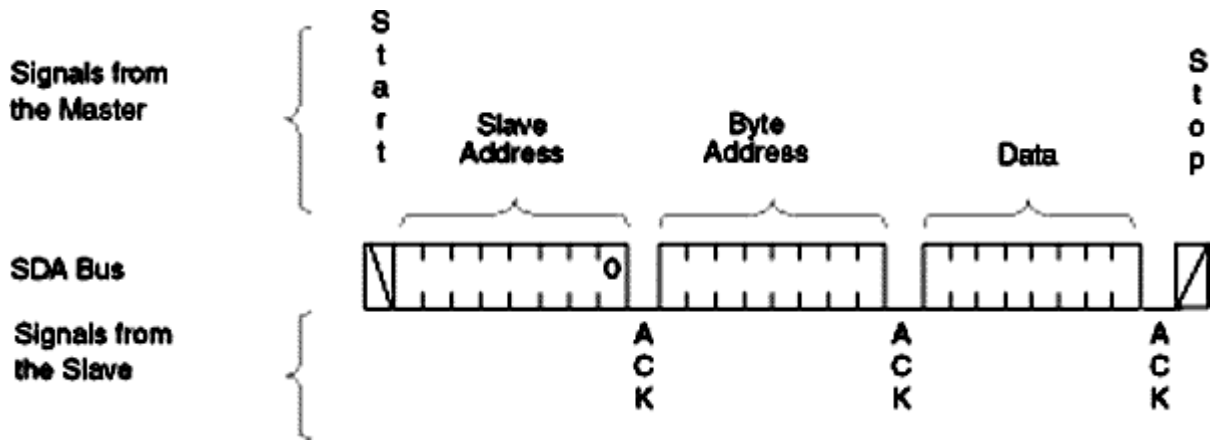


图8 字节写过程

2.8.2 页面写

器件能够进行页面写操作。它也以与字节写同样的方式初始化；但是在第一个数据字节传送以后不终止写周期，主机可以发送数目不受限制的8位字节。在每个字节接收之后，器件将响应一个应答，而地址则内部自动加1。页地址保持不变。当计数器达到本页的末尾时，它将“返转”并回到同一页的‘0’。这表示主机可以向页内写16个字节，不管从该页的那个地址开始。如果主机从地址11开始写入12个字节，那末前5个字节写在位置11至15，而后7个字节写在位置0至6。然后，在刚才写过之后，地址计数器将指向该页的位置7，见图10。如果主机提供大于16个字节的数据，则新数据将复盖前面写的的数据，每次一个字节。

主机通过发出一个停止条件来终止数据字节的装载，这使器件开始非易失性写周期。当字节写操作时，所有的输入都被禁止直到内部写周期完成。地址、应答和数据传送过程见图9。

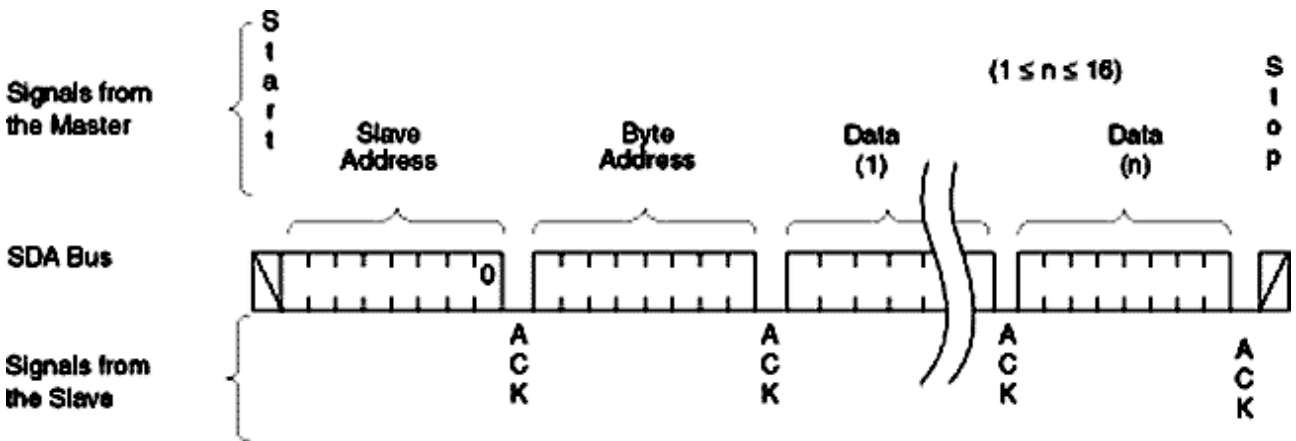


图9 页面写操作

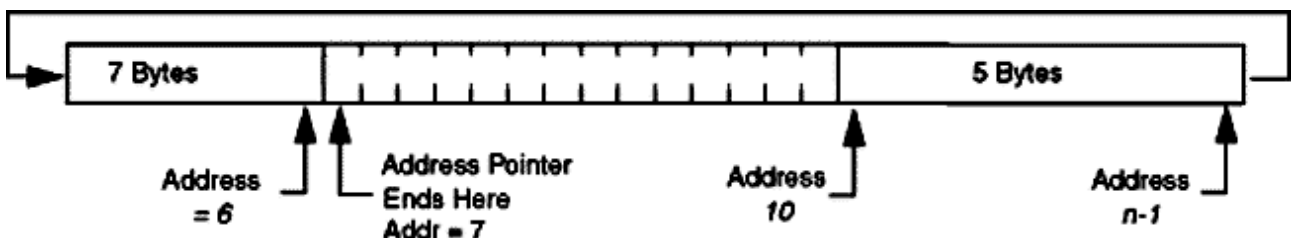


图10 向16字节的页写12字节，从位置10开始

2.8.3 停止写方式

要终止写操作，主机必须在发送完全一个数据字节和随后收到的应签信号之后送出停止条件。如果在一个数据字节的中间或者在一个数据字节和必要的应答送出以前发出一个停止条件，则该器件将在未完成写操作时就复位，而阵列的内容将无效。

2.8.4 应答查询

当非易失性周期时，输入端被禁止，写周期典型为5ms时间。一旦主机的字节装载操作结束发出停止条件，器件即开始内部的非易失性写周期。这时可立即启动应答查询。为了做到这一点，主机发出一个开始条件后而跟随着用于写或读操作的从地址字节。如果器件仍然忙于非易失性周期，则不返回任何应答。如果器件已经完成了写操作，将返回一个应答，而主机可以开始读或写操作。请参见图11的流程图。

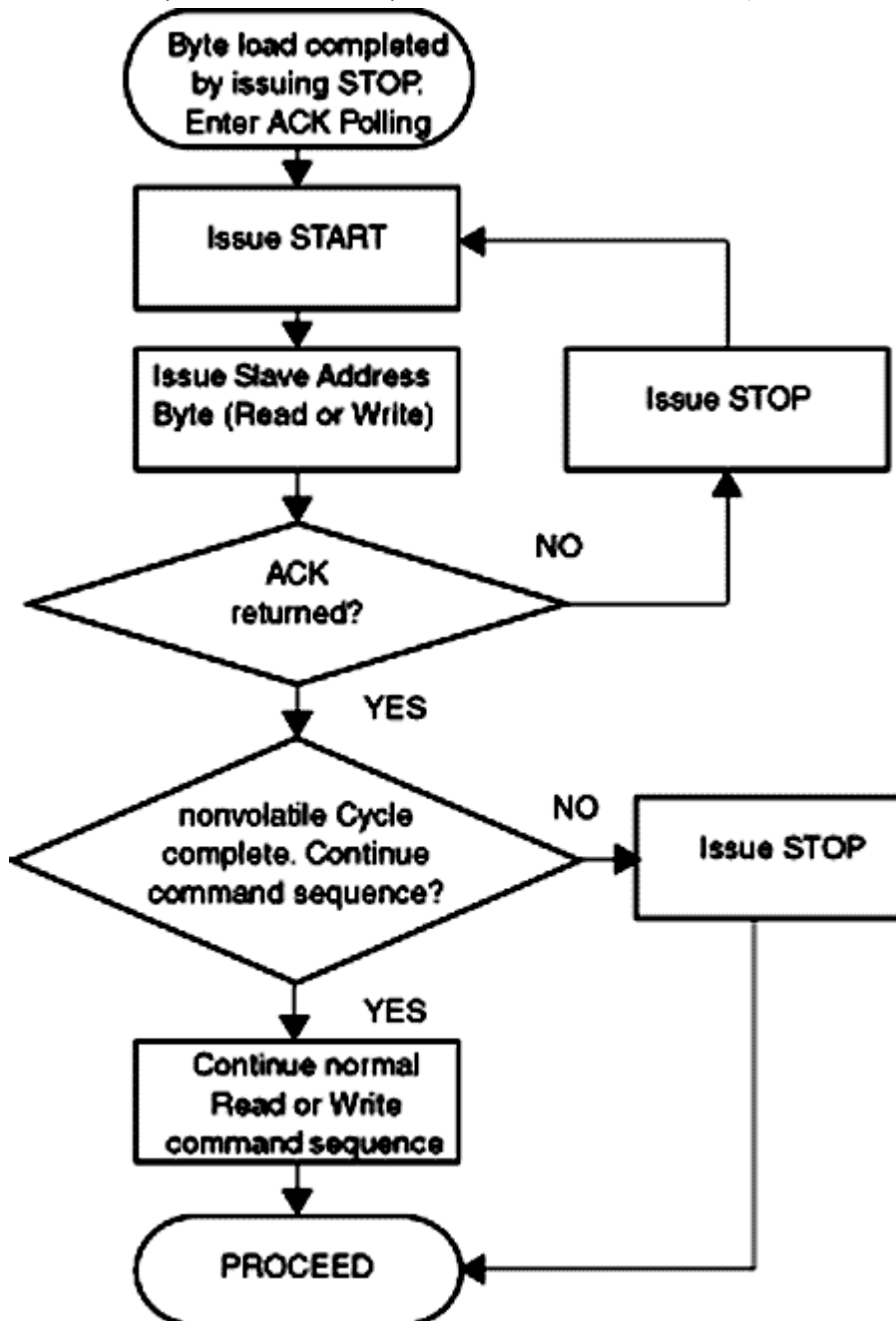


图11 应答查询过程

2.9 串行读操作

读操作以与写操作同样的方式开始，但从地址字节中的R/W位被置为1。有三种基本的读操作：当前地址读、随机读和连续读。

2.9.1 当前地址读

器件内部包含一个地址计数器，它保持最后读的一个字的地址加一。所以，如果最后一次读是地址n，则下一次读操作将从地址n+1访问数据。在上电时，地址计数器的地址不再保留，需由一次读或写操作来初始化。

当接收到带有R/W位被置为1的从地址字节，器件发出一个应答，然后发送数据字节的8位。主机在第九个时钟不响应一个应答，而后发出一个停止条件以终止读操作。关于地址、应答和数据传送过程请参见图12。

必须注意：读操作的第九个时钟周期并不是“不必关心”的。为了终止一次读操作，在第九时钟周期主机或是发出一个停止条件或者保持SDA为高，然后再出一个停止条件。

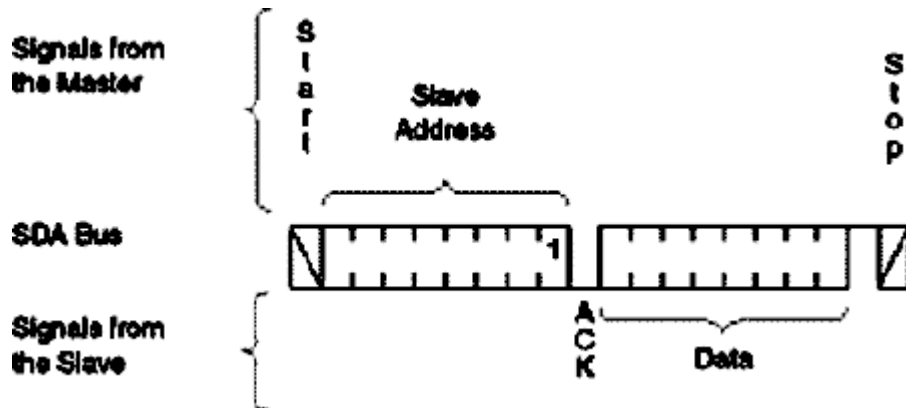


图12 当前地址读过程

2.9.2 随机读

随机读操作允许主机访问阵列中的任何存储器地址。主机必须先形成一次“伪”写操作，然后再发带R/W位置1的从地址字节。主机发出开始条件和从地址字节，接收一个应答，然后发地址字节。在收到地址字节的应答以后，主机立即发另一个开始条件和带R/W位置1的从地址字节。这之后接着是器件应答和8位数据。主机通过不响应一个应答而是发一个停止条件来终止读操作。请参见图13中的地址、应答和数据传送序列。

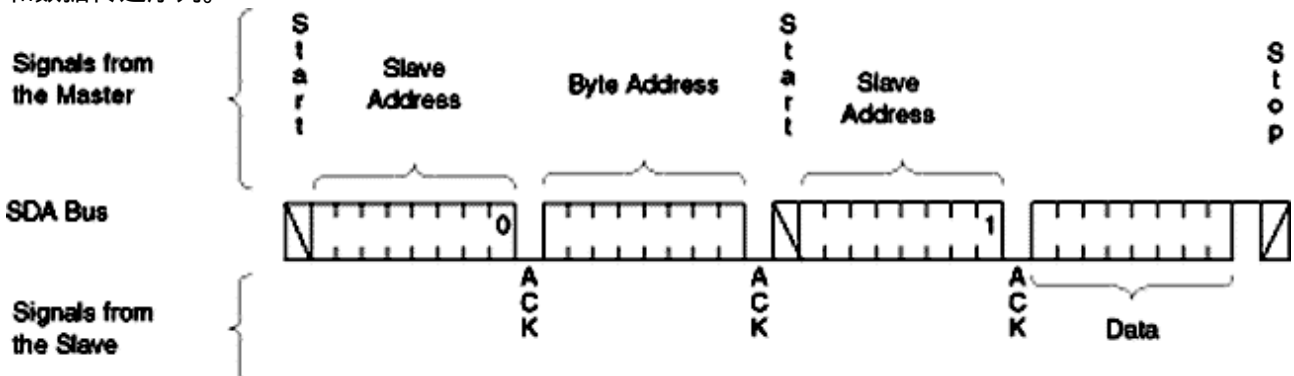


图13 随机地址读序列

有一种类似的操作，称为“设置当前地址”，在这个地址器件并不操作，而是将一个新地址送入地址计数器，这就是在图13中第二个开始（start）处代之以停止（stop）。在收到停止条件后器件进入等待方式，而总线上的所有活动将被忽略，直到检测到一个开始条件。

2.9.3 连续读

连续读可以被初始化成当前地址读或是随机地址读。第一个数据字节的发送与其它方式一样；但主机现在用一个应答来响应，这表示它需要其它的数据。器件对每一个收到的应答继续输出数据。主机通过不再用一个应答作响应，而是然后发出一个停止条件来终止读操作。

数据输出是连续的，从地址n输出数据接着是从地址n+1输出数据。读操作时的数据计数器自动增加，可通过所有的页和所有的地址，可以在一次操作中串行读出整个存储器的内容。在地址空间的末端，计数器“翻转”到地址0000H而器件对每一个接收到的应答继续输出数据。参见图14关于应答和数据传送序列。

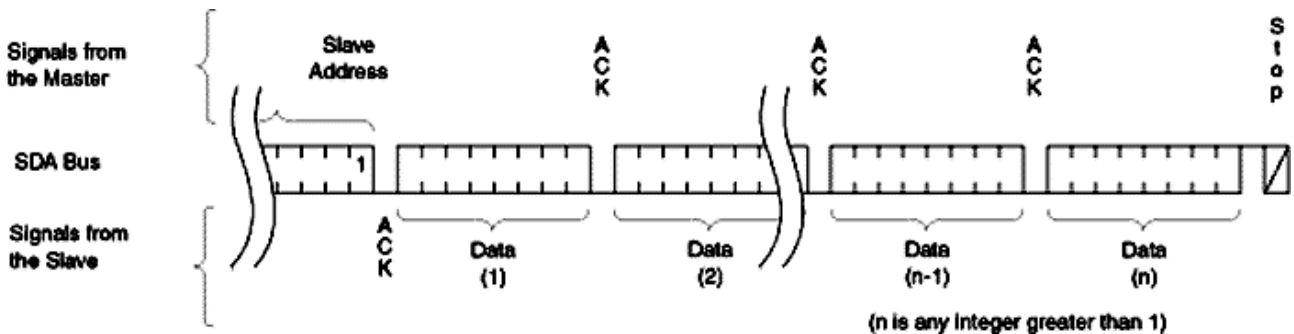


图14 连续读序列

2.10 X4043/45寻址

2.10.1 从地址字节

在一个开始条件之后，主机必须输出一个从地址字节。这个字节包括以下几部分：

- 器件类型标识符，‘1010’是访问阵列而‘1011’是访问控制寄存器。
- 两位‘0’
- 一位变成地址的最高位
- 从字节命令中的一位是R/W位。读从地址字节中的R/W位定义了要完成的操作。

当R/W位为1，则选择读操作。为0则选择写操作，见图8。

从SDA总线下载了全部从地址字节之后，器件即将输入的从地址字节的数据与正确的从地址字节比较。如果此较正确，器件在SDA线上输出一个应答。

从地址字节如图15所示。

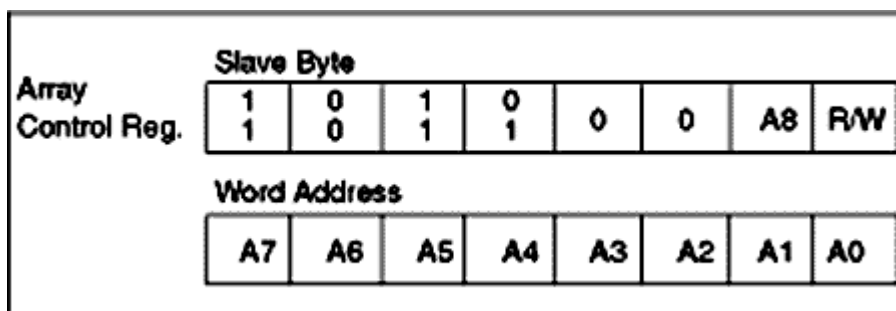


图15 X4043/45的从地址字节

2.10.2 字地址

字地址可由主机提供或从内部计数器获得。内部计数器在上电时是没有定义的。

2.10.3 操作说明

器件上电时处于以下状态：

- 器件处于低功耗等待状态。




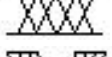
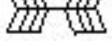
- WEL位设置为‘0’，在此状态是不能向器件写入的。
- SDA引脚是输入方式。
- RESET信号有效。

2.11 数据保护

器件有以下电路以避免意外的写入：

- WEL位一定要设置以后才允许写操作。
- 在停止（stop）位前面需要有适当的时钟数和位序列。以便开始一次非易失性写操作。
- 在写入控制寄存器以改变看门狗定时器或块锁定设置之前需要三个步骤。
- 当WP引脚保持为高时，可以避免所有向阵列和控制寄存器的写操作。
- 当由于低电压情况（ $V_{CC} < V_{TRIP}$ ）而导致RESET/RESET变为有效时，所有正在进行的与器件的通信被终止。

2.12 符号表

波形	输入	输出
	必须是稳定的	将是稳定的
	可能由低变高	将要由低变高
	可能由高变低	将要由高变低
	不必关心：允许变化	变化：状态未知
	N/A	中心线为高阻抗

三、电特性

3.1 极限参数*

工作温度	-65 至+135
储存温度	-65 至+150
任何引脚相对于V _{SS} 的电压	-1.0V至+7V
直流输出电流	5mA
引线温度（焊接，10秒）	300

注：强度超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。这些仅仅是极限参数，并不意味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下器件能有效地工作。延长在极限参数条件下的工作时间会影响器件的可靠性。

3.2 推荐的工作条件

温度	最小	最大
商业用	0	+70
工业用	-40	+85

选项	电源电压 极限
-1.8	1.8V至3.6V
-2.7和-2.7A	2.7V至5.5V
空白和-4.5A	4.5V至5.5V

3.3 直流工作特性

（除非另有规定，均在推荐的工作条件下。）

Symbol	Parameter	V _{CC} = 1.8 to 3.6V		V _{CC} = 2.7 to 5.5V		Unit	Test Conditions
		Min	Max	Min	Max		
I _{CC1} ^(Not es.)	Active supply current read		0.5		1.0	mA	V _{IL} = V _{CC} × 0.1, V _{IH} = V _{CC} × 0.9 f _{SCL} = 400KHz, SDA = open
I _{CC2} ^(Not es.)	Active supply current write		1.5		3.0	mA	
I _{SB1} ^①	Standby current AC (WDT off)		1		1	μA	V _{IL} = V _{CC} × 0.1, V _{IH} = V _{CC} × 0.9 f _{SCL} = 400KHz, SDA = open V _{CC} = 1.22 × V _{CC} min
I _{SB2} ^①	Standby current DC (WDT off)		1		1	μA	V _{SDA} =V _{SCL} =V _{SB} others=GND or V _{SB}
I _{SB3} ^①	Standby current DC (WDT on)		10		20	μA	V _{SDA} =V _{SCL} =V _{SB} others=GND or V _{SB}
I _I	Input leakage current		10		10	μA	V _{IN} = GND to V _{CC}
I _{LO}	Output leakage current		10		10	μA	V _{SDA} = GND to V _{CC} device is in standby
V _{IL} ^①	Input LOW voltage	-0.5	V _{CC} × 0.3	-0.5	V _{CC} × 0.3	V	
V _{IH} ^②	Input nonvolatile	V _{CC} × 0.7	V _{CC} + 0.5	V _{CC} × 0.7	V _{CC} + 0.5	V	
V _{HYS}	Schmitt trigger input hysteresis	Fixed input level	0.2	0.2		V	
		V _{CC} related level	.05 × V _{CC}	.05 × V _{CC}		V	
V _{OL}	Output LOW voltage		0.4		0.4	V	I _{OL} = 3.0mA (2.7–5.5V) I _{OL} = 1.8mA (1.8–3.6V)

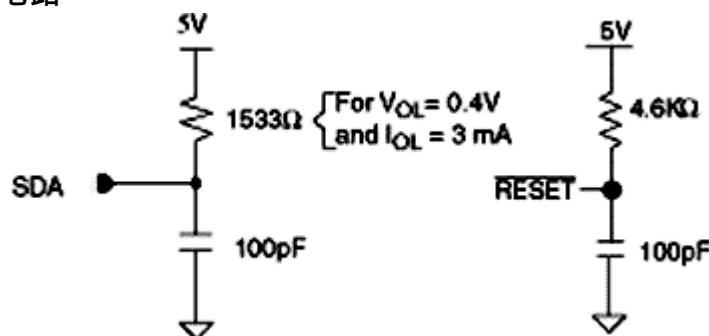
- 注：(1) 在开始 (start) 条件后器件进入激活状态并保持激活直到：如果在从地址字节中的器件选择位不正确则9个时钟周期后；一次读操作结束以后的停止条件后200ms；或者一次写操作结束的停止条件后twc。
- (2) 器件进入等待：在任何停止条件后200ms，除非它是初始化一次非易失性写操作的；初始化一次写操作的停止条件后twc；或者任何开始条件跟随的从地址字节中是不正确的器件选择位,第9个时钟周期后。
- (3) V_{IL}最小值和V_{IH}最大值仅供参考，并未测试。

3.4 电容量

符号	参数	最大	单位	测试条件
C _{OUT} (4)	输出电容 (SDA、RST/RST)	8	PF	V _{OUT} =OV
C _{IN} (4)	输入电容 (SCL、WP)	6	PF	V _{IN} =OV

注：(4) 该参数周期性抽样测试，并非100%测试。

3.5 等效交流负载电路



3.6 交流测试条件

输入脉冲电平	0.1V _{CC} 至0.9V _{CC}
输入上升与下降时间	10ns
输入与输出定时电平	0.5V _{CC}
输出负载	标准输出负载

3.7 交流特性

(除非另有规定, 均在推荐的工作条件下。)

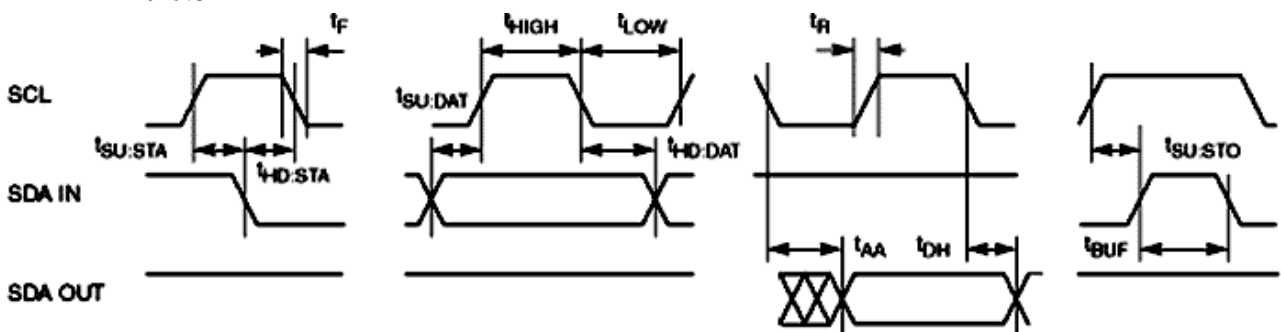
Symbol	Parameter	100kHz		400kHz		Units
		Min	Max	Min	Max	
f _{SCL}	SCL clock frequency	0	100	0	400	KHz
t _{IN}	Pulse width suppression time at inputs	n/a	n/a	50		ns
t _{AA}	SCL LOW to SDA data out valid	0.1	0.9	0.1	0.9	μs
t _{BUF}	Time the bus free before start of new transmission	4.7		1.3		μs
t _{LOW}	Clock LOW time	4.7		1.3		μs
t _{HIGH}	Clock HIGH time	4.0		0.6		μs
t _{SU:STA}	Start condition setup time	4.7		0.6		μs
t _{HD:STA}	Start condition hold time	4.0		0.6		μs
t _{SU:DAT}	Data in setup time	250		100		ns
t _{HD:DAT}	Data in hold time	5.0		0		μs
t _{SU:STO}	Stop condition setup time	0.6		0.6		μs
t _{DH}	Data output hold time	50		50		ns
t _R	SDA and SCL rise time		1000	20 + 1Cb ⁽⁶⁾	300	ns
t _F	SDA and SCL fall time		300	20 + 1Cb ⁽⁶⁾	300	ns
t _{SU:WP}	WP setup time	0.4		0.6		μs
t _{HD:WP}	WP hold time	0		0		μs
Cb	Capacitive load for each bus line		400		400	pF

注 : (5) 典型值是在T_A=25 和V_{CC}=5.0V时的值

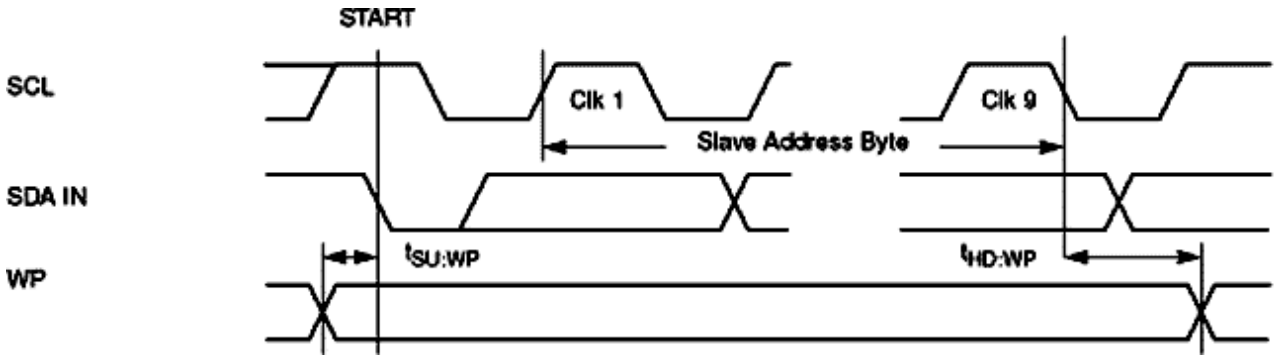
(6) Cb=一根总线上的总电容, 单位是pF.

3.8 定时图

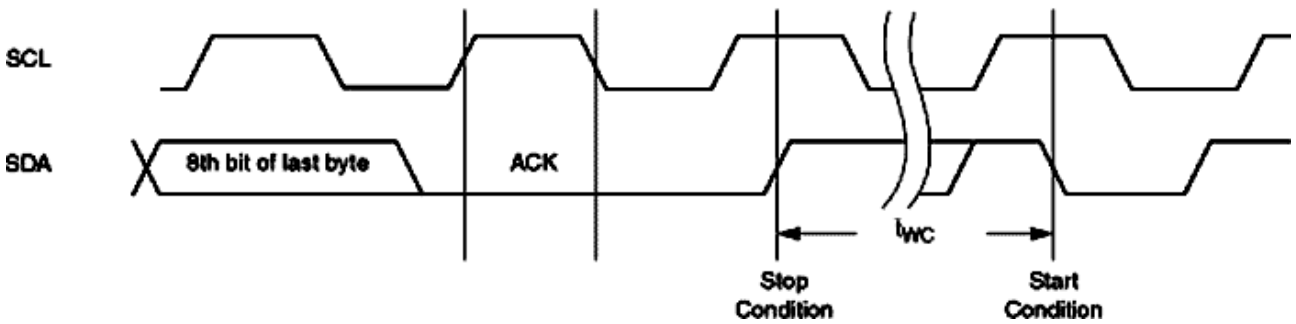
3.8.1 总线时序



3.8.2 WP引脚时序



3.8.3 写周期时序

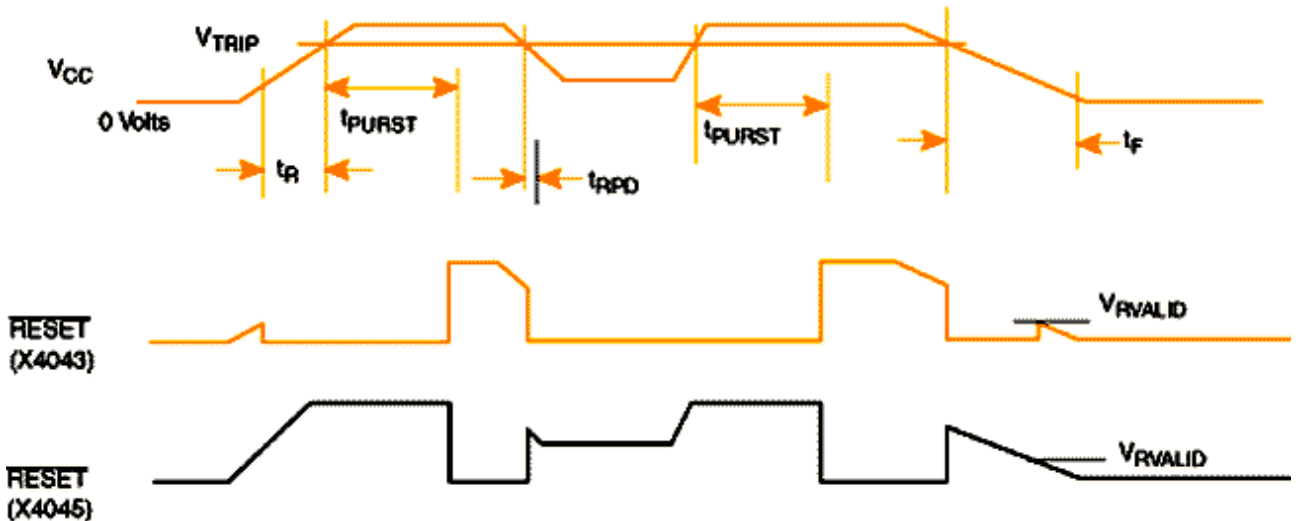


3.8.4 非易失性写周期时序

符号	参数	最小	典型	最大	单位
$T_{WC}^{(7)}$	写周期时间		5	10	ms

注：(7) t_{WC} 是从一次写系列末尾的有效停止条件到自定时的内部非易失性写操作结束之间的时间。它等于由用户对任何非易失性写规定的最小周期时间，除非使用应答查询方法。

3.9 上电和掉电时序

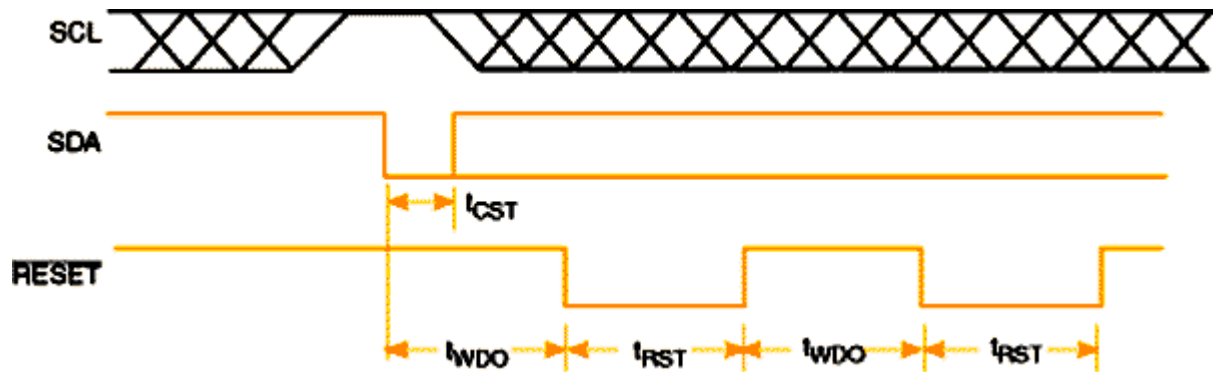


3.10 RESET输出时序

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
V_{TRIP}	Reset trip point voltage, X4043/45-4.5A	4.5	4.62	4.75	V
	Reset trip point voltage, X4043/45	4.25	4.38	4.5	
	Reset trip point voltage, X4043/45-2.7A	2.85	2.92	3.0	
	Reset trip point voltage, X4043/45-2.7	2.55	2.62	2.7	
	Reset trip point voltage, X4043/45-1.8	1.7	1.75	1.8	
t_{PURST}	Power-up reset timeout	100	200	400	ms
$t_{RPD}^{(8)}$	V_{CC} detect to reset/output			500	ns
$t_F^{(8)}$	V_{CC} fall time	10			ms
$t_R^{(8)}$	V_{CC} rise time	0.1			ns
V_{RVALID}	Reset valid V_{CC}	1			V

注：(8) 此参数定期抽样测试，并非100%测试。

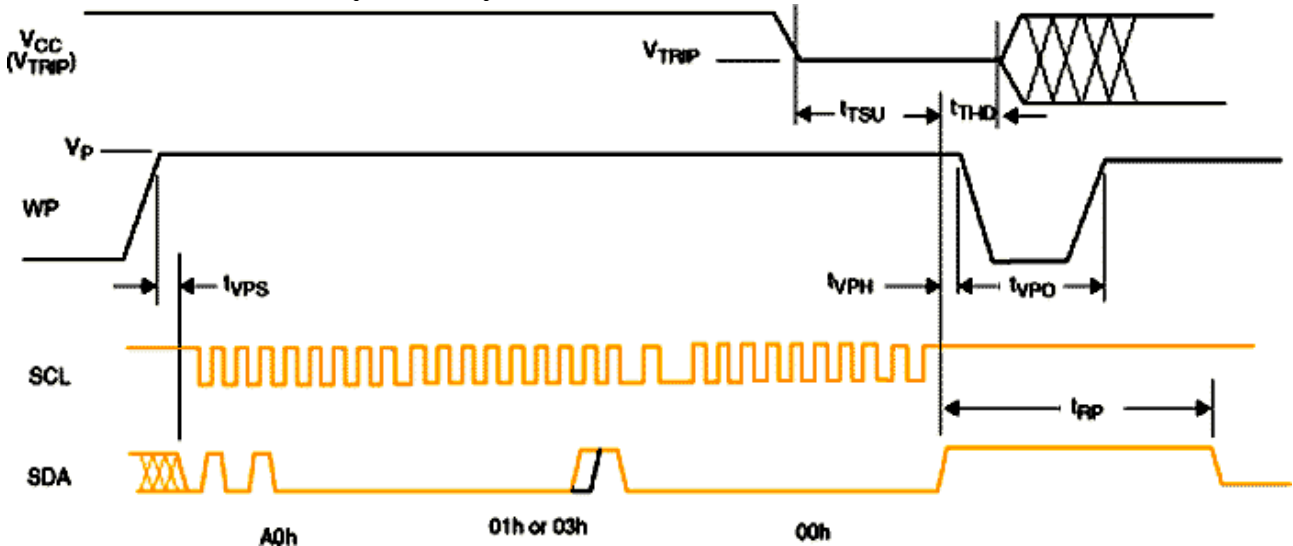
3.11 SDA与RESET定时关系



3.12 RESET输出定时

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
t_{WDO}	Watchdog timeout period, WD1 = 1, WD0 = 0	100	200	300	ms
	WD1 = 0, WD0 = 1	450	600	800	ms
	WD1 = 0, WD0 = 0 (factory setting)	1	1.4	2	sec
t_{CST}	\overline{CS} pulse width to reset the watchdog	400			ns
t_{RST}	Reset timeout	100	200	400	ms

3.13 V_{TRIP} 编程定时图 (WEL=1)



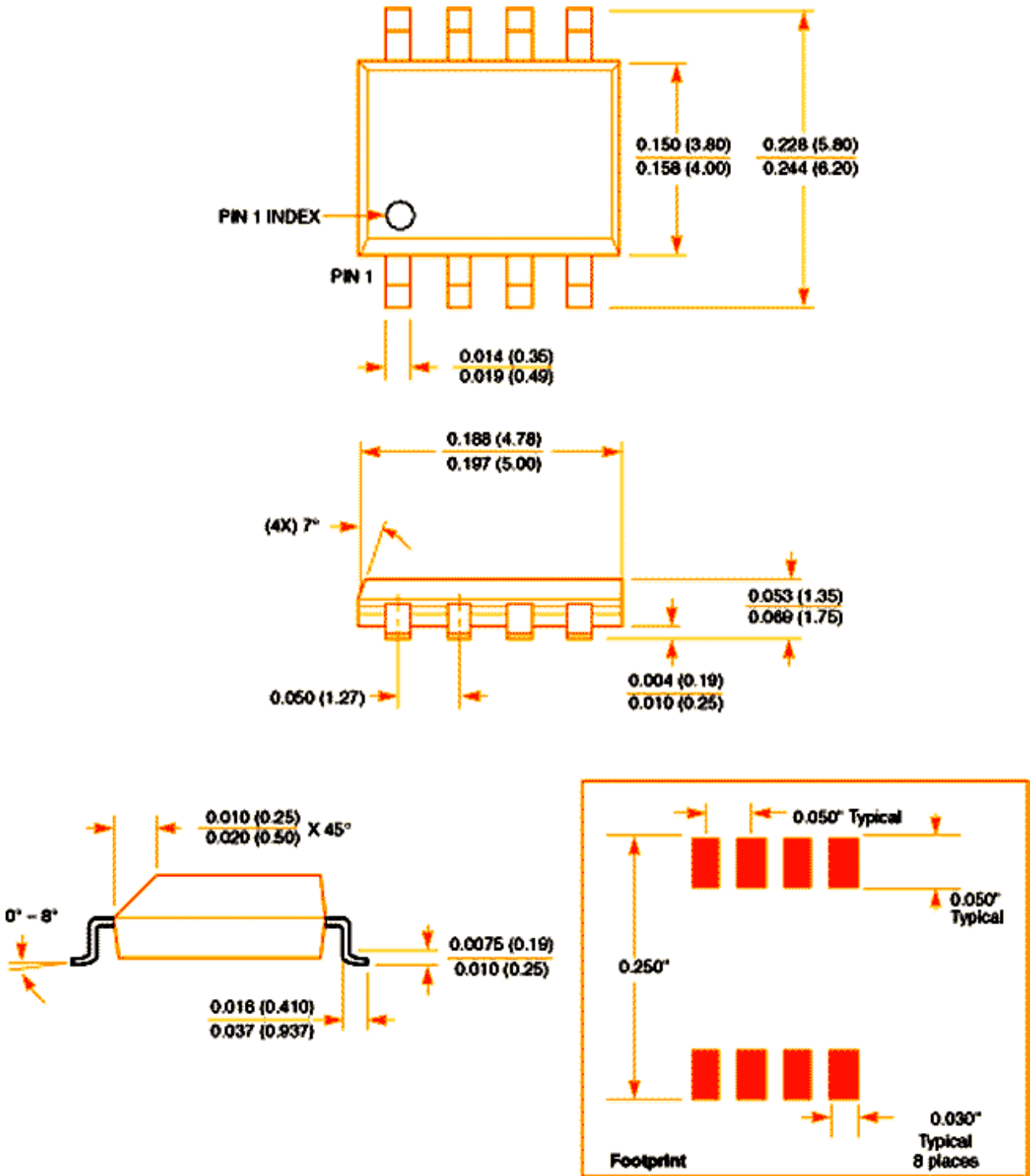
3.14 V_{TRIP} 编程参数

Parameter	Description	Min	Max	Units
t_{VPS}	V_{TRIP} program enable voltage setup time	1		μs
t_{VPH}	V_{TRIP} program enable voltage hold time	1		μs
t_{TSU}	V_{TRIP} setup time	1		μs
t_{THD}	V_{TRIP} hold (stable) time	10		ms
t_{WC}	V_{TRIP} write cycle time		10	ms
t_{VPO}	V_{TRIP} program enable voltage off time (Between successive adjustments)	0		μs
t_{RP}	V_{TRIP} program recovery period (between successive adjustments)	10		ms
V_P	Programming voltage	15	18	V
V_{TRAN}	V_{TRIP} programmed voltage range	1.7	5.0	V
V_{Ia1}	Initial V_{TRIP} program voltage accuracy (V_{CC} applied - V_{TRIP}) (programmed at 25°C)	-0.1	+0.4	V
V_{Ia2}	Subsequent V_{TRIP} program voltage accuracy [(V_{CC} applied - V_{Ia1}) - V_{TRIP} . Programmed at 25°C.]	-25	+25	mV
V_{tr}	V_{TRIP} program voltage repeatability (Successive program operations. Programmed at 25°C.)	-25	+25	mV
V_{tv}	V_{TRIP} program variation after programming (0-75°C). (programmed at 25°C)	-25	+25	mV

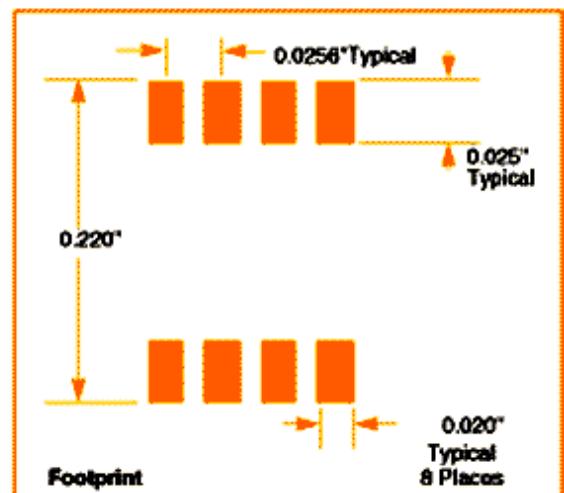
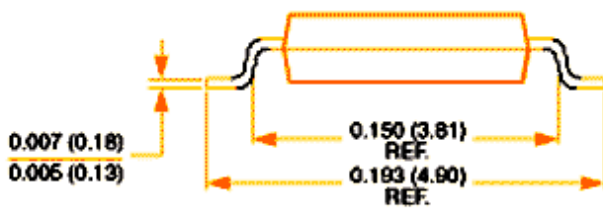
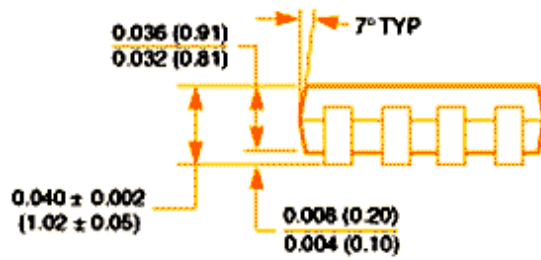
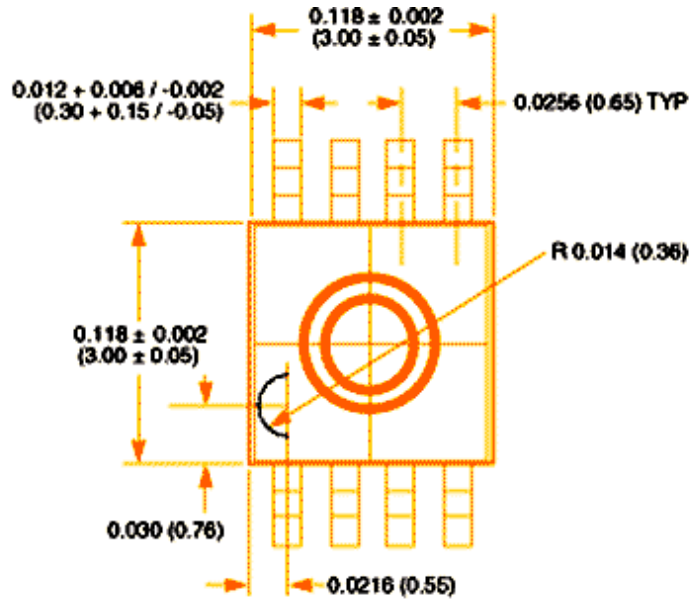
V_{TRIP} 编程参数定期抽样测试，并非100%测试。

四、封装尺寸

4.1 8引脚SOIC封装



4.2 8引脚MSOP封装



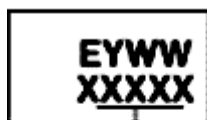
NOTE:
1. ALL DIMENSIONS IN INCHES AND (MILLIMETERS)

五、订货资料

V _{CC} Range	V _{TRIP} Range	Package	Operating Temperature Range	Part Number <u>RESET</u> (Active LOW)	Part Number <u>RESET</u> (Active HIGH)
4.5-5.5V	4.5-4.75	8L SOIC	0-70°C	X4043S8-4.5A	X4045S8-4.5A
			-40-85°C	X4043S8I-4.5A	X4045S8I-4.5A
		8L MSOP	-40-85°C	X4043M8I-4.5A	X4045M8I-4.5A
4.5-5.5V	4.25-4.5	8L SOIC	0-70°C	X4043S8	X4045S8
			-40-85°C	X4043S8I	X4045S8I
		8L MSOP	-40-85°C	X4043M8I	X4045M8I
2.7-5.5V	2.85-3.0	8L SOIC	0-70°C	X4043S8-2.7A	X4045S8-2.7A
			-40-85°C	X4043S8I-2.7A	X4045S8I-2.7A
		8L MSOP	-40-85°C	X4043M8I-2.7A	X4045M8I-2.7A
2.7-5.5V	2.55-2.7	8L SOIC	0-70°C	X4043S8-2.7	X4045S8-2.7
			-40-85°C	X4043S8I-2.7	X4045S8I-2.7
		8L MSOP	-40-85°C	X4043M8I-2.7	X4045M8I-2.7
1.8-3.6V	1.7-1.8	8L SOIC	0-70°C	X4043S8-1.8	X4045S8-1.8
		8L MSOP	0-70°C	X4043M8-1.8	X4045M8-1.8

六、器件标号信息

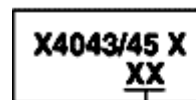
8-Lead MSOP



ADB/ADK = -4.5A (0 to +70°C)
 ADD/ADM = No Suffix (0 to +70°C)
 ADF/ADO = -2.7A (0 to +70°C)
 ADH/ADQ = -2.7 (0 to +70°C)
 ADI/ADR = -1.8 (0 to +70°C)

↑ ↑
 4043/4045

8-Lead SOIC/PDIP



Blank = 8-Lead SOIC

AL = -4.5A (0 to +70°C)
 AM = -4.5A (-40 to +85°C)
 Blank = No Suffix (0 to +70°C)
 I = No Suffix (-40 to +85°C)
 AN = -2.7A (0 to +70°C)
 AP = -2.7A (-40 to +85°C)
 F = -2.7 (0 to +70°C)
 G = -2.7 (-40 to +85°C)
 AG = -1.8 (0 to +70°C)