
带有出厂预设的 64 位惟一序列号的单线 I/O 供电 1 Kb (128 x 8) 串行 EEPROM

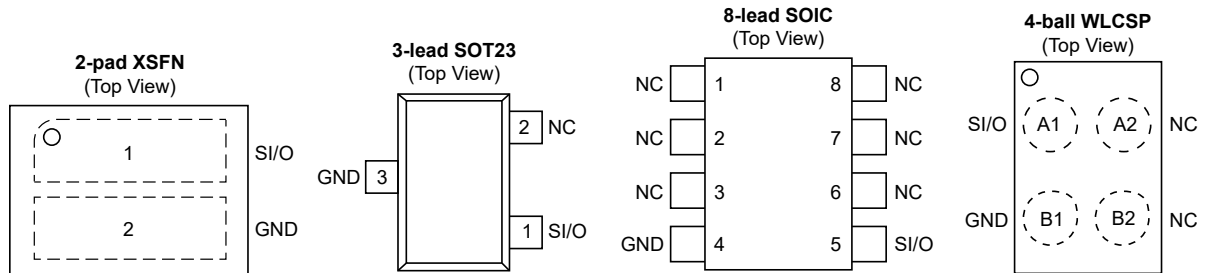
特性

- 低电压操作：
 - AT21CS01 通过 S/I/O 线上的 1.7V 至 3.6V 上拉电压进行自供电
 - AT21CS11 通过 S/I/O 线上的 2.7V 至 4.5V 上拉电压进行自供电
- 内部划分为 128 个 8 位字 (1 Kb)
- 单线串行接口，采用 I²C 协议结构：
 - 通过单个 I/O 引脚来实现器件通信
- 标准速度模式和高速模式选项：
 - 标准速度模式下的最大比特率为 15.4 kbps (仅 AT21CS01)
 - 高速模式下的最大比特率为 125 kbps (AT21CS01 和 AT21CS11)
- 支持 8 字节页写操作或单字节写操作
- 发现响应功能，便于快速检测总线上的器件
- ROM 区域支持：
 - 器件划分为 4 个 256 位区域，每个区域都能永久设为只读 (ROM)
- 256 位安全寄存器：
 - 低 8 字节是出厂前编程的只读 64 位序列号，对于所有 Microchip 单线产品都是惟一的
 - 之后的 8 个字节保留供将来使用，并且将读为 FFh
 - 高 16 字节可由用户编程，并且可以永久锁定
- 自定时的写周期 (最大值 5 ms)
- 制造商标识寄存器：
 - 器件可返回 Microchip 的惟一值以及容量和版本信息
- 可靠性高：
 - 耐用性：1,000,000 个写周期
 - 数据保存时间：100 年
 - 符合 IEC 61000-4-2 的第 4 级 ESD 标准 (±8 kV 接触放电，±15 kV 空气放电)
- 绿色 (无铅/无卤化物/符合 RoHS 标准) 封装选项
- 两种裸片可供选购：晶圆和卷带式

封装

2 焊盘 XSFN、3 引脚 SOT23、8 引脚 SOIC 和 4 球薄型 WLCSP。

封装类型（未按比例显示）

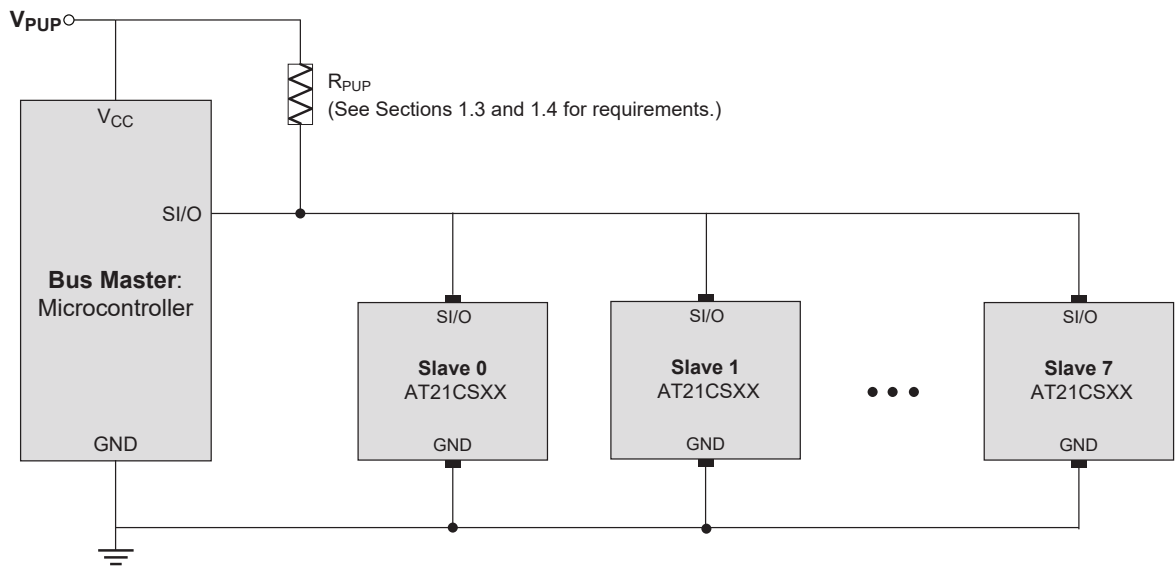


说明

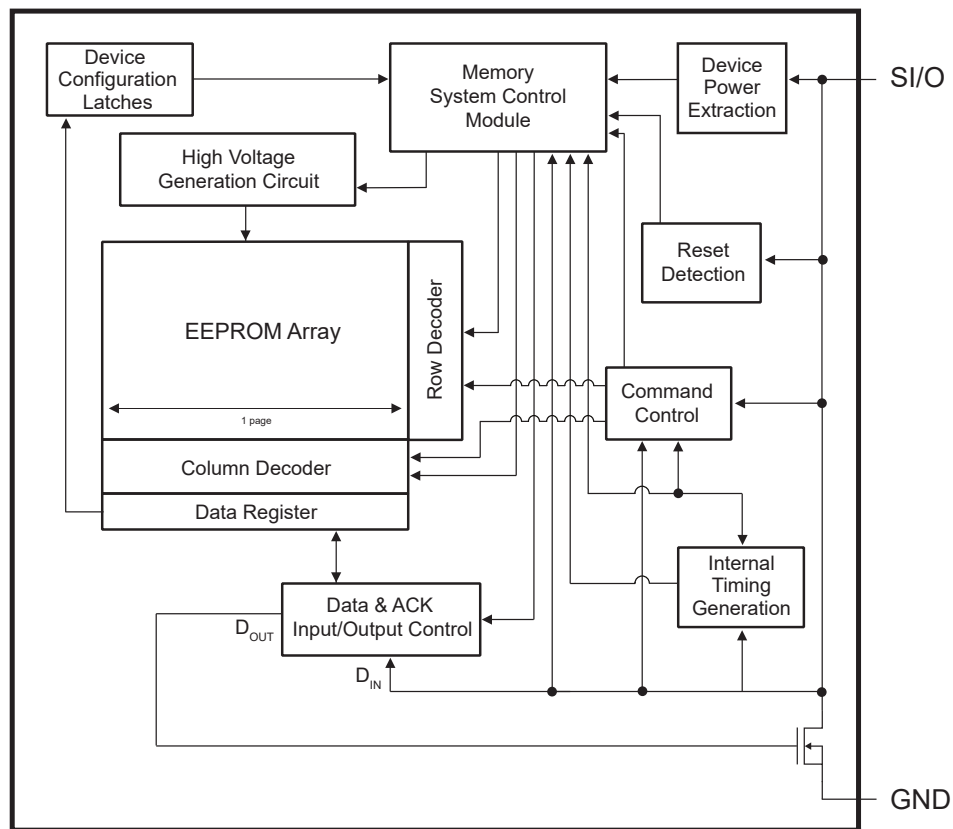
AT21CS01/11 是一种 2 引脚存储器（SI/O 信号和地），其从信号引脚获取电能，从而为集成电路供电。它提供 1,024 位串行电可擦除的可编程只读存储器（Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory, EEPROM），该存储器划分为 128 个 8 位字。

该器件经过了优化，可使用两点机械连接（仅将一个信号（SI/O）和 GND 连接到无电配件）在无电配件中添加配置和使用信息。部分无电配件应用示例包括模拟传感器校准数据存储、打印机墨水/墨粉盒识别以及售后市场消耗品的管理。该器件的软件寻址方案允许最多 8 个器件共享一条通用单线总线。该器件提供多种节省空间的封装选项，SI/O 线的外部上拉电压范围为 1.7V 至 3.6V（AT21CS01）/2.7V 至 4.5V（AT21CS11）。

使用单线串行 EEPROM 的系统配置



框图



目录

特性.....	1
封装.....	1
封装类型（未按比例显示）.....	2
说明.....	2
使用单线串行 EEPROM 的系统配置.....	3
框图.....	3
1. 电气特性.....	6
1.1. 绝对最大值 ⁽¹⁾	6
1.2. AT21CS01/11 直流和交流工作范围.....	6
1.3. AT21CS01 直流特性 ⁽¹⁾	6
1.4. AT21CS11 直流特性 ⁽¹⁾	7
1.5. AT21CS01/11 交流特性.....	8
2. 引脚说明.....	10
2.1. 无连接.....	10
2.2. 串行输入和输出.....	10
3. 器件操作和通信.....	11
3.1. 单线总线事务.....	11
4. 器件寻址和 I ² C 协议仿真.....	16
4.1. 存储器构成.....	16
5. 可用操作码.....	18
5.1. EEPROM 访问（操作码 Ah）.....	18
5.2. 安全寄存器访问（操作码 Bh）.....	18
5.3. 锁定安全寄存器（操作码 2h）.....	18
5.4. ROM 区域寄存器访问（操作码 7h）.....	18
5.5. 冻结 ROM 区域状态（操作码 1h）.....	18
5.6. 制造商 ID 读取（操作码 Ch）.....	19
5.7. 标准速度模式（操作码 Dh）.....	19
5.8. 高速模式（操作码 Eh）.....	19
6. 写操作.....	20
6.1. 内部写周期内的器件行为.....	20
6.2. 字节写操作.....	20
6.3. 页写操作.....	20

6.4.	写入安全寄存器.....	21
6.5.	锁定安全寄存器.....	22
6.6.	设置器件速度.....	23
7.	读操作.....	24
7.1.	EEPROM 内的当前地址读操作.....	24
7.2.	EEPROM 内的随机读操作.....	25
7.3.	EEPROM 内的连续读操作.....	25
7.4.	安全寄存器中的读操作.....	26
7.5.	制造商 ID 读取.....	27
8.	ROM 区域.....	29
8.1.	ROM 区域大小和 ROM 区域寄存器.....	29
8.2.	编程和读取 ROM 区域寄存器.....	29
8.3.	器件对已使能 ROM 区域中写命令的响应.....	31
9.	Microchip 器件的出厂默认状态.....	32
10.	封装信息.....	33
10.1.	封装标识信息.....	33
11.	版本历史.....	38
	Microchip 网站.....	39
	变更通知客户服务.....	39
	客户支持.....	39
	产品标识体系.....	40
	Microchip 器件代码保护功能.....	41
	法律声明.....	41
	商标.....	41
	DNV 认证的质量管理体系.....	42
	全球销售及服务网点.....	43

1. 电气特性

1.1 绝对最大值⁽¹⁾

偏置时的温度	-55°C 至 +125°C
存储温度	-65°C 至 +150°C
任何引脚相对于地的电压	-0.6V 至 $V_{PUP} + 0.5V$
直流输出电流	15.0 mA

注:

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。上述值仅代表本规范规定的极限工作条件，不代表器件在上述极限值或超出极限值的情况下仍可正常工作。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能受到影响。

1.2 AT21CS01/11 直流和交流工作范围

		AT21CS01	AT21CS11
工作温度（外壳）	工业级温度范围	-40°C 至 +85°C	-40°C 至 +85°C
连接到 SI/O 的 V_{PUP} 电压	电压范围	1.7V 至 3.6V	2.7V 至 4.5V

1.3 AT21CS01 直流特性⁽¹⁾

参数	符号	最小值	典型值 ⁽²⁾	最大值	单位	测试条件
上拉电压	V_{PUP}	1.7	—	3.6	V	高速模式
		2.7	—	3.6	V	标准速度模式
上拉电阻	R_{PUP}	130	—	200	Ω	$V_{PUP} = 1.7V$
		0.2	—	1.8	k Ω	$V_{PUP} = 2.7V$
		0.33	—	4	k Ω	$V_{PUP} = 3.6V$
工作电流，读	I_{A1}	—	0.08	0.3	mA	$V_{PUP} = 3.6V$; $SI/O = V_{PUP}$
工作电流，写	I_{A2}	—	0.20	0.5	mA	$V_{PUP} = 3.6V$
待机电流	I_{SB}	—	0.6	1.5	μA	$V_{PUP} = 1.8V$ ⁽³⁾ ; $SI/O = V_{PUP}$
		—	0.7	2.5	μA	$V_{PUP} = 3.6V$
输入低电平 ⁽³⁾⁽⁴⁾	V_{IL}	-0.6	—	0.5	V	
输入高电平 ⁽³⁾⁽⁴⁾	V_{IH}	$V_{PUP} \times 0.7$	—	$V_{PUP} + 0.5$	V	

参数	符号	最小值	典型值 ⁽²⁾	最大值	单位	测试条件
SI/O 滞后 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	V_{HYS}	0.128	—	1.17	V	
输出低电平	V_{OL}	0	—	0.4	V	$I_{OL} = 4 \text{ mA}$
总线电容	C_{BUS}	—	—	1000	pF	

注:

1. 除非另外说明，否则参数在 1.2 AT21CS01/11 直流和交流工作范围中所述的工作范围内适用。
2. 除非另外说明，否则典型值均为 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 时的特性值。
3. 该参数为特性值，但未在生产环境中进行完全测试。
4. V_{IH} 、 V_{IL} 和 V_{HYS} 是内部电源电压的函数，而内部电源电压是 V_{PUP} 、 R_{PUP} 、 C_{BUS} 和所使用时序的函数。如果使用的 V_{PUP} 越低、 R_{PUP} 和 C_{BUS} 越高且 t_{RCV} 越短，则产生的 V_{IH} 、 V_{IL} 和 V_{HYS} 值就会越低。
5. 一旦在 SI/O 的上升沿超过 V_{IH} ，SI/O 上的电压必须至少降低 V_{HYS} 才能被检测为逻辑 0。

1.4 AT21CS11 直流特性⁽¹⁾

参数	符号	最小值	典型值 ⁽²⁾	最大值	单位	测试条件
上拉电压	V_{PUP}	2.7	—	4.5	V	高速模式
上拉电阻	R_{PUP}	0.2	—	1.8	k Ω	$V_{PUP} = 2.7\text{V}$
		0.4	—	5.4	k Ω	$V_{PUP} = 4.5\text{V}$
工作电流，读	I_{A1}	—	0.08	0.3	mA	$V_{PUP} = 4.5\text{V}$; $SI/O = V_{PUP}$
工作电流，写	I_{A2}	—	0.20	0.5	mA	$V_{PUP} = 4.5\text{V}$
待机电流	I_{SB}	—	0.6	1.5	μA	$V_{PUP} = 2.7\text{V}^{(3)}$; $SI/O = V_{PUP}$
		—	0.7	3.0	μA	$V_{PUP} = 4.5\text{V}$; $SI/O = V_{PUP}$
输入低电平 ⁽³⁾⁽⁴⁾	V_{IL}	- 0.6	—	0.5	V	
输入高电平 ⁽³⁾⁽⁴⁾	V_{IH}	$V_{PUP} \times 0.7$	—	$V_{PUP} + 0.5$	V	
SI/O 滞后 ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	V_{HYS}	0.128	—	1.4	V	
输出低电平	V_{OL}	0	—	0.4	V	$I_{OL} = 4 \text{ mA}$
总线电容	C_{BUS}	—	—	1000	pF	

注:

1. 除非另外说明，否则参数在 1.2 AT21CS01/11 直流和交流工作范围中所述的工作范围内适用。
2. 除非另外说明，否则典型值均为 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 时的特性值。
3. 该参数为特性值，但未在生产环境中进行完全测试。

- V_{IH} 、 V_{IL} 和 V_{HYS} 是内部电源电压的函数，而内部电源电压是 V_{PUP} 、 R_{PUP} 、 C_{BUS} 和所使用时序的函数。如果使用的 V_{PUP} 越低、 R_{PUP} 和 C_{BUS} 越高且 t_{RCV} 越短，则产生的 V_{IH} 、 V_{IL} 和 V_{HYS} 值就会越低。
- 一旦在 SI/O 的上升沿超过 V_{IH} ，SI/O 上的电压必须至少降低 V_{HYS} 才能被检测为逻辑 0。

1.5 AT21CS01/11 交流特性

1.5.1 复位和发现响应时序

参数和条件 ⁽¹⁾⁽²⁾	符号	标准速度 ⁽³⁾⁽⁴⁾		高速		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
复位低电平时间，器件处于非工作状态	t_{RESET}	480	—	48	—	μs
放电低电平时间，器件处于写操作周期 (t_{WR})	t_{DSCHG}	150	—	150	—	μs
复位恢复时间	t_{RRT}	N/A	N/A	8	—	μs
发现响应请求	t_{DRR}	N/A	N/A	1	$2 - t_{PUP}^{(5)}$	μs
发现响应应答时间	t_{DACK}	N/A	N/A	8	24	μs
主器件选通发现响应时间	t_{MSDR}	N/A	N/A	2	6	μs
启动和停止条件的 SI/O 高电平时间	t_{HTSS}	N/A	N/A	150	—	μs

注:

- 除非另外说明，否则参数在 [1.2 AT21CS01/11 直流和交流工作范围](#) 中所述的工作范围内适用。
- 上表的交流测量条件：
 - SI/O 上的负载电容值：100 pF
 - R_{PUP} (V_{PUP} 的总线上拉电阻)：1 k Ω ； V_{PUP} ：2.7V
- 由于实际上器件在复位后将默认处于高速模式，因此 t_{RESET} 之后的复位和发现响应时间不适用于标准速度模式。高速模式时序适用于 t_{RESET} 之后的所有情况。
- AT21CS11 上不提供标准速度。
- t_{PUP} 是指释放 SI/O 线之后，从 V_{IL} 上拉到 V_{IH} 所需要的时间。该值取决于应用，是 SI/O 线上的负载电容与所选 R_{PUP} 的函数。[1.3 AT21CS01 直流特性\(1\)](#)和 [1.4 AT21CS11 直流特性\(1\)](#)中提供了这些值的限值。

1.5.2 数据通信时序

参数和条件 ⁽¹⁾⁽²⁾	符号	帧类型	标准速度 ⁽³⁾		高速		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	
位帧持续时间	t_{BIT}	输入和输出位帧	40	100	$t_{LOW0} + t_{PUP}^{(4)} + t_{RCV}$	25	μs
启动和停止条件的 SI/O 高电平时间	t_{HTSS}	输入位帧	600	—	150	—	μs

参数和条件 ⁽¹⁾⁽²⁾	符号	帧类型	标准速度 ⁽³⁾		高速		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	
S/I/O 低电平时间, 逻辑 0 条件	t_{LOW0}	输入位帧	24	64	6	16	μs
S/I/O 低电平时间, 逻辑 1 条件	t_{LOW1}	输入位帧	4	8	1	2	μs
读操作期间的主器件 S/I/O 低电平时间	t_{RD}	输出位帧	4	8 - $t_{PUP}^{(4)}$	1	2 - $t_{PUP}^{(4)}$	μs
主器件读操作选通时间	t_{MRS}	输出位帧	$t_{RD} + t_{PUP}^{(4)}$	8	$t_{RD} + t_{PUP}^{(4)}$	2	μs
数据输出保持时间 (逻辑 0)	t_{HLD0}	输出位帧	8	24	2	6	μs
从器件恢复时间	t_{RCV}	输入和输出位帧	8	—	2 ⁽⁵⁾	—	μs
S/I/O 上的噪声滤波功能	t_{NOISE}	输入位帧	0.5	—	—	—	μs

注:

- 除非另外说明, 否则参数在 [1.2 AT21CS01/11 直流和交流工作范围](#)中所述的工作范围内适用。
- 上表的交流测量条件:
 - S/I/O 上的负载电容值: 100 pF
 - R_{PUP} (V_{PUP} 的总线上拉电阻): 1 k Ω ; V_{PUP} : 2.7V
- AT21CS11 上不提供标准速度。
- t_{PUP} 是指释放 S/I/O 线之后, 从 V_{IL} 上拉到 V_{IH} 所需要的时间。该值取决于应用, 是 S/I/O 线上的负载电容与所选 R_{PUP} 的函数。[1.3 AT21CS01 直流特性\(1\)](#)中提供了这些值的限值。
- 系统设计人员在选择 R_{PUP} 、 C_{BUS} 和 t_{BIT} 的组合时, 必须确保满足最小 t_{RCV} 。位帧内 t_{RCV} 的关系可以用以下公式来表示: $t_{BIT} = t_{LOW0} + t_{PUP} + t_{RCV}$ 。

1.5.3 EEPROM 单元性能特性

操作	最小值	最大值	单位	测试条件
写周期时间 (t_{WR})	—	5	ms	V_{PUP} (最小值) < V_{PUP} < V_{PUP} (最大值), $T_A = 25^\circ\text{C}$, 字节或页写模式
耐写入次数 ⁽¹⁾	1,000,000	—	写周期	V_{PUP} (最小值) < V_{PUP} < V_{PUP} (最大值), $T_A = 25^\circ\text{C}$, 字节或页写模式
数据保持时间 ⁽²⁾	100	—	年	V_{PUP} (最小值) < V_{PUP} < V_{PUP} (最大值), $T_A = 55^\circ\text{C}$

注:

- 通过特性分析和鉴定过程来确定耐写入次数。
- 通过鉴定过程来确定数据保存时间, 并在生产环境中检验每个器件的数据保存时间。

2. 引脚说明

表 2-1 列出了引脚说明。

表 2-1. 引脚功能表

名称	2 焊盘 XSFN	3 引脚 SOT23	8 引脚 SOIC	4 球 WLCSP	功能
NC	—	—	1	—	无连接
NC	—	—	2	—	无连接
NC	—	2	3	—	无连接
GND	2	3	4	B1	地
SI/O	1	1	5	A1	串行输入和输出
NC	—	—	6		无连接
NC	—	—	7	—	无连接
NC	—	—	8	—	无连接

2.1 无连接

NC 引脚没有内部连接。这些引脚既可以连接到 GND，也可以悬空。

2.2 串行输入和输出

SI/O 引脚是漏极开路、双向输入/输出引脚，供器件用于以串行方式传输数据。

SI/O 引脚必须使用外部上拉电阻（阻值不超过 4 kΩ）拉为高电平，并且可以与同一总线上其他器件中的任何数量的漏极开路或集电极开路引脚进行“线或”连接。

器件还使用 SI/O 引脚作为其电压源，即在引脚上拉到 1.7V 到 3.6V（AT21CS01）/2.7V 到 4.5V（AT21CS11）之间的电压时汲取并存储电能。

3. 器件操作和通信

AT21CS01/11 用作从器件，并利用单线数字串行接口与主机控制器（通常称为总线主器件）通信。主器件控制与串行总线上所有从器件之间的读写操作。该器件有两种工作速度：标准速度模式（AT21CS01）和高速模式（AT21CS01 和 AT21CS11）。

该器件采用 8 位数据结构。其使用串行输入/输出（Serial Input/Output, SI/O）引脚，通过单线串行接口发送和接收数据。此外，SI/O 引脚还可用于为器件供电，因此只需 SI/O 引脚和 GND 引脚即可确保器件正常工作。通过单线总线发送到器件的数据将在特定时间间隔或间隙内通过 SI/O 引脚状态来解释。每个间隙称为一个位帧，持续时间为 t_{BIT} 。主器件通过将 SI/O 线驱动为低电平来启动所有位帧。所有命令和数据信息均首先传输最高有效位（Most Significant bit, MSb）。

发送到器件的软件序列是对发送到 I²C 串行 EEPROM 的内容的仿真，除了将器件地址中的典型 4 位器件类型标识符 1010b 替换为 4 位操作码。器件采用这种架构就可以快速部署和大量重复使用现有 I²C 固件。有关器件工作方式的更多详细信息，请参见 4. 器件寻址和 I²C 协议仿真。

在总线通信期间，每个位帧传输一个数据位，并且在传输了数据的 8 位（一个字节）之后，接收器件必须在第 9 个位窗口期间以应答（ACK）或无应答（NACK）进行响应。任何读/写操作期间都不存在未使用的时钟周期，因此在每个数据字节传输和 ACK/NACK 时钟周期内，数据流中不得有任何中断。如果需要无法避免的系统中断，请参见 3.1.3.3 通信中断中概述的要求。

3.1 单线总线事务

以下是通过 SI/O 线传输的数据类型：

- 复位和发现响应
- 逻辑 0 或应答（ACK）
- 逻辑 1 或无应答（NACK）
- 启动条件
- 停止条件

对于器件发送和接收数据而言，复位和发现响应并非不可或缺，但其余四个事务缺一不可。不同类型的数据流事务之间的区别在于 SI/O 在位帧内驱动为低电平的持续时间。

3.1.1 器件复位/上电和发现响应

3.1.1.1 复位器件

主器件使用复位和发现响应序列来复位器件以及执行总线广播呼叫，从而确定总线上是否存在器件。

要开始序列的复位部分，主器件必须将 SI/O 驱动为低电平并保持一段最短时间。如果器件当前没有忙于处理其他操作，则主器件可以将 SI/O 驱动为低电平并持续 t_{RESET} 。标准速度模式和高速模式下的 t_{RESET} 长度各不相同。

但是，如果器件处于繁忙状态，则主器件必须将 SI/O 驱动为低电平并持续一段更长的时间 t_{DSCHG} ，从而确保按照 3.1.2 在工作期间中断器件中所述的过程来复位器件。复位时间强制消耗器件内的所有内部电能储备，从而使器件失去内部可用的全部剩余备用电能。

在 SI/O 被释放足够长时间以便器件有时间进行上电和初始化之后，主器件必须始终先请求从 AT21CS01/11 获取发现响应应答，然后才能向器件发送命令。主器件随后可通过对器件的发现响应应答进行采样来确定是否存在 AT21CS01/11。

3.1.1.2 复位或上电后的器件响应

在器件上电后或主器件复位器件（将 SI/O 线保持低电平并持续 t_{RESET} 或 t_{DSCHG} ）后，主器件必须释放 SI/O 线，该线随后将通过外部上拉电阻拉为高电平。之后，主器件必须再等待一段最小 t_{RRT} 时间，然后才能请求从器件获取发现响应应答。

在发现响应应答序列中，首先是主器件将 SI/O 线驱动为低电平，这将启动 AT21CS01/11 内部时序电路。主器件必须继续将此线驱动为低电平并持续 t_{DRR} 。

在 t_{DRR} 时间内，AT21CS01/11 将以并发的方式将 SI/O 驱动为低电平来进行响应。器件会继续将 SI/O 线驱动为低电平，总时长为 t_{DACK} 。主器件应从 t_{DRR} 开始的 t_{MSDR} 后对 SI/O 线的状态进行采样。按照定义，最小 t_{DACK} 时间应比最大 t_{MSDR} 时间长，从而确保主器件始终能够正确地从 SI/O 线上采样到低于 V_{IL} 的电压。在 t_{DACK} 时间过后，AT21CS01/11 将释放 SI/O 线，该线随后通过外部上拉电阻拉为高电平。

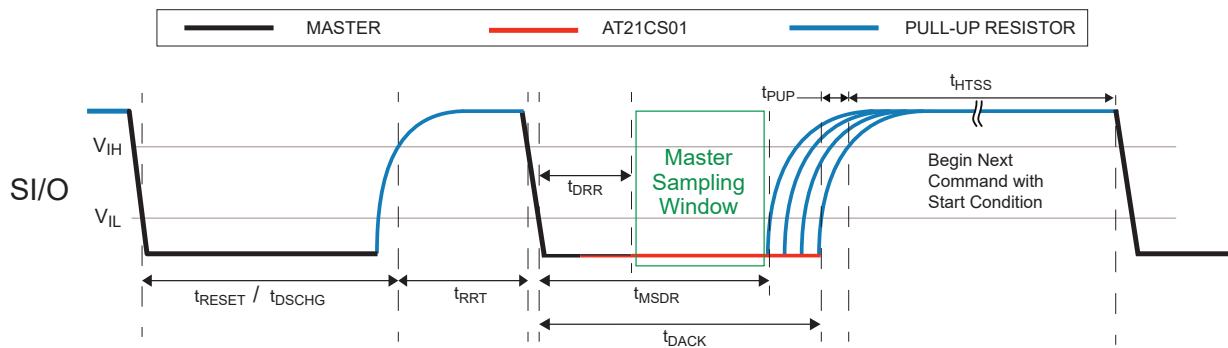
主器件随后必须等待 t_{HTSS} 来创建启动条件，然后才能继续执行第一条命令（有关启动条件的更多详细信息，请参见 3.1.3.2 启动/停止条件）。默认情况下，器件在复位后处于高速模式。5.7 标准速度模式（操作码 Dh）部分介绍了如何将器件切换到标准速度模式。AT21CS01/11 在上电后会将其内部地址指针设置为 0。

1.5 AT21CS01/11 交流特性部分介绍了标准速度模式和高速模式下的复位和发现响应序列的时序要求。

3.1.2 在工作期间中断器件

为了节省板载寄生电源系统中的储能并最大程度地降低总工作电流，当 AT21CS01/11 忙于执行先前发送的命令时，将不会监视 SI/O 线上是否有新命令。因此，该器件无法检测 SI/O 在特定状态下的时长。如果主器件需要在工作期间中断器件，则必须将 SI/O 驱动为低电平并持续足够长的时间，以便耗尽其所有剩余储能。该时间被定义为 t_{DSCHG} 。该时间过后，便可通过释放 SI/O 线开始正常的发现响应。

图 3-1. 复位和发现响应波形



3.1.3 数据输入和输出位帧

与 AT21CS01/11 之间的通信按照位帧这一时间间隔来执行，持续时间为 t_{BIT} 。每个位帧都包含一个二进制数据值。输入位帧用于将数据从主器件传输到 AT21CS01/11，既可以是逻辑 0，也可以是逻辑 1。输出位帧用于将数据从 AT21CS01/11 传输到主器件。在所有输入和输出情况下，主器件通过将 SI/O 线驱动为低电位来启动位帧。一旦 AT21CS01/11 检测到 SI/O 被驱动为低于 V_{IL} 电平，其内部时序电路就会开始运行。

每个位帧的持续时间可以各不相同，但前提是变化量不会导致 t_{BIT} 长度超出指定的最小值和最大值（见 1.5 AT21CS01/11 交流特性）。 t_{BIT} 要求也将各有不同，具体取决于器件设置为低速模式还是高速模式。有关设置器件速度的更多信息，请参见 6.6 设置器件速度。

3.1.3.1 数据输入位帧

主器件可以使用数据输入位帧将逻辑 0 或逻辑 1 数据位传输到 AT21CS01/11。当主器件将 SI/O 线驱动为低电平时，将启动输入位帧。SI/O 线保持低电平的时长将指示主器件正在为该位帧传输逻辑 0 还是逻辑 1。对于逻辑 0 输入，SI/O 线保持低电平的时长定义为 t_{LOW0} 。同理，对于逻辑 1 输入，SI/O 线保持低电平的时长定义为 t_{LOW1} 。

在 SI/O 被驱动为低于 V_{IL} 阈值之后，AT21CS01/11 将在最大 t_{LOW1} 时间之后但在最小 t_{LOW0} 时间之前对 SI/O 线的状态进行采样，以确定数据输入是逻辑 0 还是逻辑 1。如果主器件在采样时间内仍将此线驱动为低电平，则 AT21CS01/11 会将该位帧解码为逻辑 0，因为 SI/O 将处于低于 V_{IL} 的电压。如果主器件已释放 SI/O 线，则由于外部上拉电阻的作用，AT21CS01/11 将检测到高于或等于 V_{IH} 的电压，而且该位帧将被解码为逻辑 1。有关这些参数的时序要求，可参见 1.5 AT21CS01/11 交流特性。

逻辑 0 条件在 I²C 仿真序列中有多种用途。它既用于表示 0 数据位，也用于应答 (ACK) 响应。此外，1 条件同样既用于表示标称逻辑 1 数据位，也用于无应答 (NACK) 响应。

图 3-2 和图 3-3 描述了逻辑 0 和逻辑 1 输入位帧。

图 3-2. 逻辑 0 输入条件波形

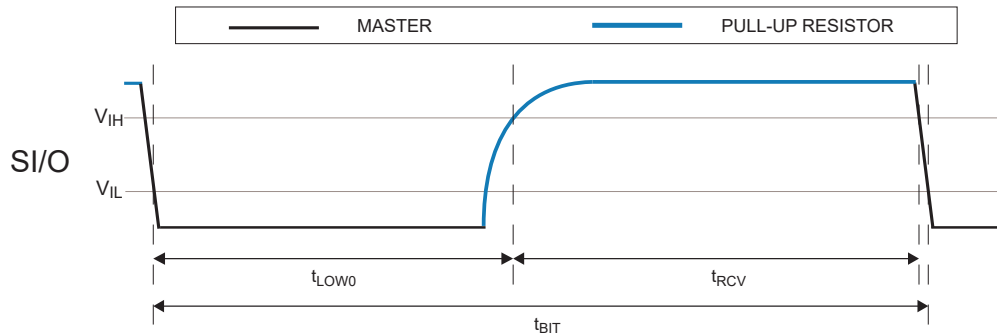
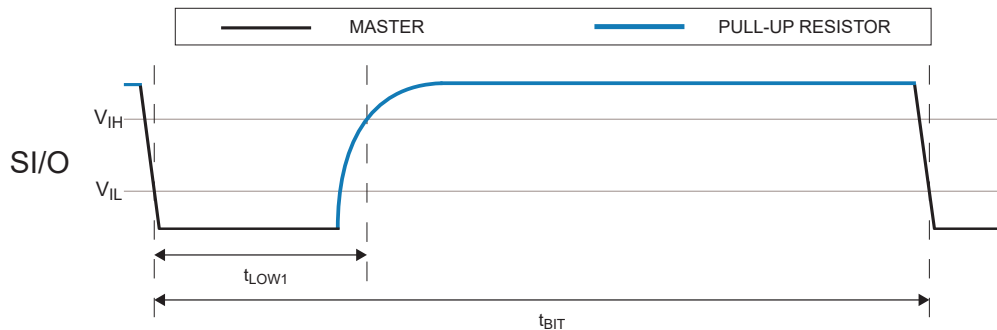


图 3-3. 逻辑 1 输入条件波形



3.1.3.2 启动/停止条件

与 AT21CS01/11 之间的所有事务均以启动条件开始；因此启动条件只能由主器件发送到从器件。同样，所有事务均以停止条件终止，因此终止条件只能由主器件发送到从器件。

启动条件和停止条件需要对 SI/O 线进行相同偏置。创建启动/停止条件的方式是：将 SI/O 线置于电压 V_{PUP} 并持续 t_{HTSS} 。有关时序最小值和最大值，请参见 1.5 AT21CS01/11 交流特性。

图 3-4 和图 3-5 描述了启动和停止条件。

图 3-4. 启动条件波形

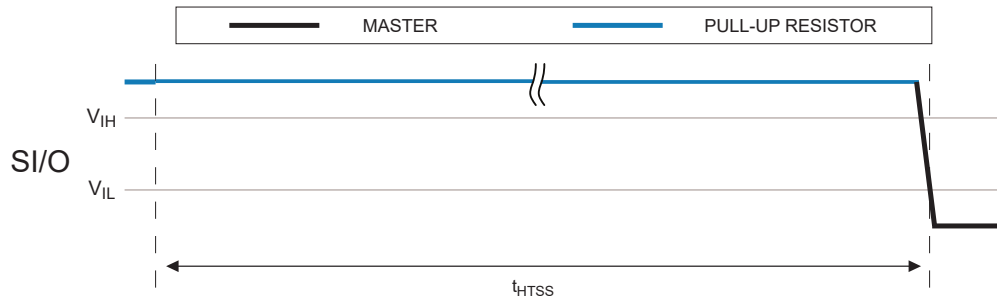
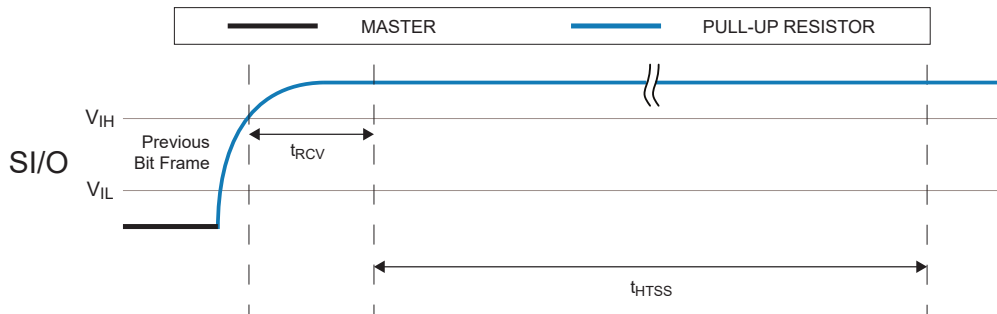


图 3-5. 停止条件波形



3.1.3.3 通信中断

如果某个协议序列中途发生中断，并且非工作状态（S/I/O 空闲）的持续时间短于最大 t_{BIT} 时间，则此序列无法从中断点恢复。该最大值取决于器件处于高速模式还是低速模式（见 6.6 设置器件速度）。

注： 发送要写入器件的数据时，在逻辑 0 “ACK” 响应后紧接着的写序列中不得发生协议中断。在这种情况下，中断将被解释为停止条件，并将导致内部写周期开始。器件将在 t_{WR} 时间内处于繁忙状态，不会响应任何命令。

注： 如果系统无法精确监视中断位置，建议确保观察到的最短中断时间与器件的最长繁忙操作时间（ t_{WR} ）保持一致。与处于内部写周期的器件通信（主器件将 S/I/O 驱动为低电平）时，可能会导致正在写入的字节损坏，因此必须避免这种情况。6.1 内部写周期内的器件行为部分更为详细地介绍了写周期内的器件行为。

如果序列的中断时长超过了最大 t_{BIT} 时间，则主器件必须至少等待最小 t_{HTSS} 时间，然后才能继续工作。等待最小 t_{HTSS} 时间的过程中，将创建一个新的启动条件，器件随后立即准备好接收新命令。建议主器件从头开始并重新执行中途中断的事务。

3.1.3.4 数据输出位帧

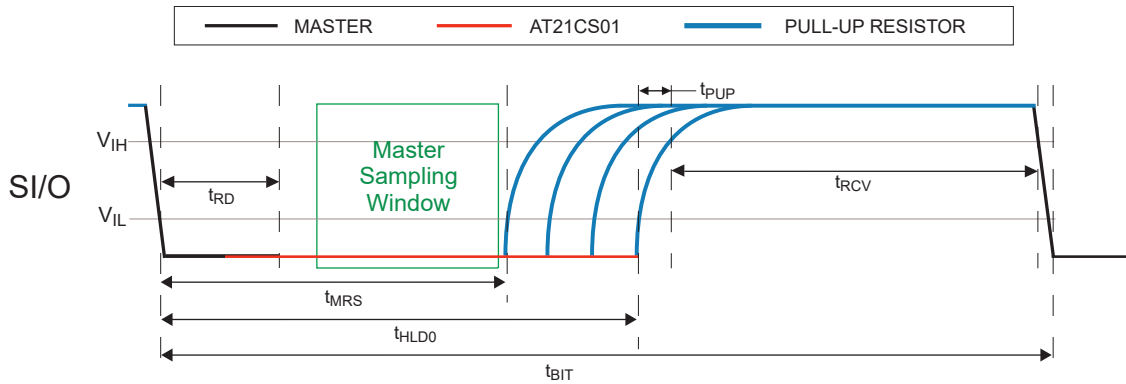
当主器件要从 AT21CS01/11 接收返回的通信数据时，将使用数据输出位帧。从器件读出任何数据以及任何 ACK 或 NACK 响应时，将使用数据输出位帧。就像在输入位帧中一样，主器件通过将 S/I/O 线驱动为低于 V_{IL} 阈值来启动序列，此时 AT21CS01/11 内部时序生成电路也将一并启动。

在输出位帧中，时序参数 t_{RD} 至关重要，其定义为在降至 V_{IL} 阈值以下之后，主器件必须继续将 S/I/O 线驱动为低电平多长时间才能请求 AT21CS01/11 返回一个数据位。一旦 t_{RD} 持续时间结束，主器件必须释放 S/I/O 线。

如果 AT21CS01/11 以逻辑 0 进行响应（表示 0 数据位或 ACK 响应），则会在 t_{RD} 时间段内开始将 S/I/O 线拉为低电平并保持 t_{HLD0} 时间，此后将释放此线以便其重新上拉回 V_{PUP} （请参见图 3-6）。因此，当主器件在 t_{MRS} 时间段内对 S/I/O 进行采样时，将检测到低于 V_{IL} 的电压并将此事件解码为逻辑 0。根据定义，

t_{HLD0} 时间比 t_{MRS} 时间长，因此可确保主器件在 AT21CS01/11 将 S/I/O 线驱动为低电平的情况下进行采样。

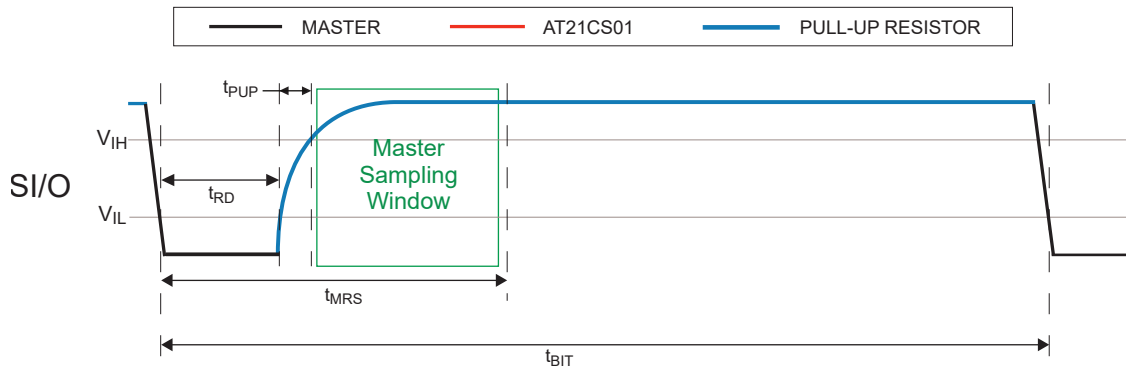
图 3-6. 逻辑 0 数据输出位帧波形



如果 AT21CS01/11 想要以逻辑 1（表示 1 数据位或 NACK 响应）进行响应，则不会将 S/I/O 线驱动为低电平。一旦主器件在最大 t_{RD} 时间之后将 S/I/O 线释放，该线便会上拉到 V_{PUP} 。因此，当主器件在 t_{MRS} 窗口内对 S/I/O 线进行采样时，将检测到高于 V_{IH} 的电压并将此事件解码为逻辑 1。

下面的图 3-7 更为详细地介绍了数据输出位帧。

图 3-7. 逻辑 1 数据输出位帧波形



4. 器件寻址和 I²C 协议仿真

访问器件需要一个启动条件，并且后跟一个 8 位器件地址字。

AT21CS01/11 协议序列对 I²C 串行 EEPROM 需要的内容进行仿真，但会将器件地址的开头四位用作器件可执行的各种命令和操作的代码。

由于总线上可以连接多个从器件，因此每个从器件必须各自拥有惟一的地址，以便主器件能够独立访问每个从器件。在 4 位操作码之后是三位器件地址字节，其中包含从器件地址位。这三个从器件地址位均为只读位，在出厂前预先编程。按照特定订购代码进行购买可获得具有不同从器件地址位值的器件。有关订购代码与特定从器件地址值之间对应关系的说明，请参见 10. 封装信息。

在三个从器件地址位之后是一个读/写选择位，其中逻辑 1 表示读，逻辑 0 表示写。在成功完成器件地址比较之后，EEPROM 将返回 ACK（逻辑 0）。如果 4 位操作码无效或者三位从器件地址与器件中预先编程的值不匹配，则器件将不会在 S/I/O 线上作出响应，并且将返回到待机状态。

表 4-1. 器件地址字节

4 位操作码				预先编程的从器件地址位			读/写
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
请参见 5. 可用操作码				A2	A1	A0	R/W

在器件地址字节后，必须立即将存储器地址字节传输到器件。存储器地址字节包含 7 位存储器阵列地址，用于指定从 EEPROM 中的哪个位置开始读取或写入。请参见表 4-2 以查看这些位的位置。

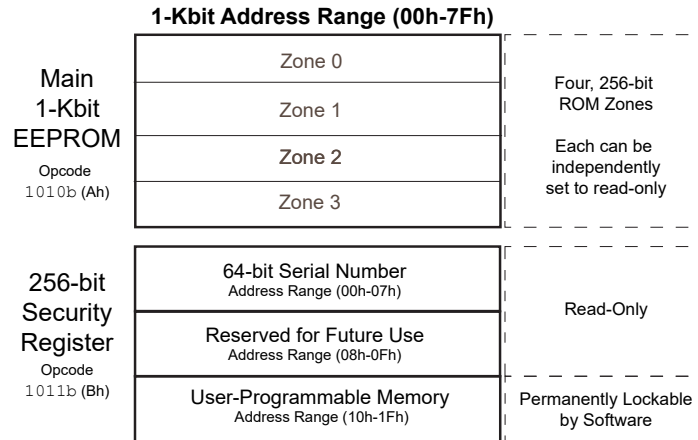
表 4-2. 存储器地址字节

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
无关	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

4.1 存储器构成

AT21CS01/11 内部存储器阵列划分为 2 个区域。主要的 1 Kb EEPROM 分为 16 页，每页 8 字节。安全寄存器的长度是 256 位，分为 4 页，每页 8 字节。安全寄存器的低两页为只读，且包含一个出厂编程的 64 位序列号，该序列号对于所有 AT21CS 系列的 EEPROM 都是惟一的。安全寄存器的高两页可由用户编程，并且随后可以锁定（见 6.5 锁定安全寄存器）。

图 4-1. 存储器架构图



5. 可用操作码

表 5-1 概述了 AT21CS01/11 的可用操作码。

表 5-1. AT21CS01/11 使用的操作码

命令	4 位操作码	功能简要介绍
EEPROM 访问	1010 (Ah)	读/写主存储器阵列的内容。
安全寄存器访问	1011 (Bh)	读/写安全寄存器的内容。
锁定安全寄存器	0010 (2h)	永久锁定安全寄存器的内容。
ROM 区域寄存器访问	0111 (7h)	禁止进一步修改 EEPROM 阵列的某个区域。
冻结 ROM 区域状态	0001 (1h)	永久锁定 ROM 区域寄存器的当前状态。
制造商 ID 读取	1100 (Ch)	查询器件的制造商和容量。
标准速度模式	1101 (Dh)	切换到标准速度模式（该命令仅适用于 AT21CS01，AT21CS11 将以 NACK 应答该命令）。
高速模式	1110 (Eh)	切换到高速模式（AT21CS01/11 默认上电。AT21CS11 将以 ACK 应答该命令）。

5.1 EEPROM 访问（操作码 Ah）

操作码 Ah 用于在 EEPROM 中读写数据。有关从器件中读取数据的更多详细信息，请参见 7. 读操作。有关向 EEPROM 中写入数据的详细信息，请参见 6. 写操作。

5.2 安全寄存器访问（操作码 Bh）

操作码 Bh 用于在安全寄存器中读写数据。有关从安全寄存器中读取数据的更多详细信息，请参见 7.4 安全寄存器中的读操作。有关写入安全寄存器的用户可编程部分的详细信息，请参见 6.4 写入安全寄存器。

5.3 锁定安全寄存器（操作码 2h）

操作码 2h 用于永久锁定安全寄存器中的用户可编程部分。请参见 6.5 锁定安全寄存器。

5.4 ROM 区域寄存器访问（操作码 7h）

AT21CS01/11 划分为 4 个 256 位区域，每个区域都能独立和永久设为只读（ROM）。每个区域的状态存储在配置寄存器中，配置寄存器可以使用操作码 7h 来读写。8. ROM 区域部分更为详细地介绍了 ROM 区域功能。

5.5 冻结 ROM 区域状态（操作码 1h）

操作码 1h 用于永久冻结 ROM 区域寄存器的当前状态。一旦置 1，ROM 区域寄存器将变为只读。

任何尚未处于只读状态的区域随后都无法转换为 ROM。更多详细信息，请参见 8.2.3 冻结 ROM 区域寄存器。

5.6 制造商 ID 读取（操作码 Ch）

可以使用操作码 Ch 从器件中读取制造商标识、器件容量和器件版本信息。有关该命令所返回数据格式的完整详细信息，请参见 [7.5 制造商 ID 读取](#)。

5.7 标准速度模式（操作码 Dh）

可以使用 Dh 操作码将 AT21CS01 设置为标准模式或检查其是否处于标准模式。更多详细信息，请参见 [6.6.1 标准速度模式（AT21CS01）](#)。AT21CS11 不提供标准速度模式，因此将以 NACK 应答该命令。

5.8 高速模式（操作码 Eh）

可以使用 Eh 操作码将 AT21CS01 设置为高速模式或检查其是否处于高速模式。AT21CS11 仅在高速模式下工作，因此将以 ACK 应答该命令。更多详细信息，请参见 [6.6.2 高速模式](#)。

6. 写操作

在针对 AT21CS01/11 的所有写操作中，首先是主器件发送启动条件，后跟器件地址字节（对于 EEPROM，操作码为 Ah；对于安全寄存器，操作码为 Bh），并且 $R\overline{W}$ 位设置为 0，最后是存储器字节地址。接下来，发送要写入到器件的数据值。数据值必须是以 8 位增量发送到器件，后跟停止条件。如果停止条件发送到字节边界以外的位置，则当前写操作将中止。

AT21CS01/11 允许单字节写操作、部分页写操作和整页写操作。

6.1 内部写周期内的器件行为

为确保在任何类型的内部写操作正在进行时，发送到器件进行写入的地址和数据不会损坏，在内部操作完成之前，将禁止识别发送到器件的命令。如果发生写中断（SI/O 为低电平脉冲）但时间不长，不会耗尽内部储能，则器件将以 NACK 进行响应，表示操作正在进行中。如果中断时间超过 t_{DSCHG} ，则内部写操作将终止，而且可能导致数据损坏。

6.2 字节写操作

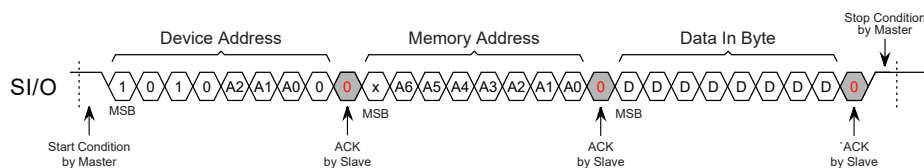
AT21CS01/11 支持写入单个 8 位字节，并且需要 7 位存储器地址来选择要写入的字节。

在接收到正确的器件地址字节（使用操作码 Ah）和存储器地址字节之后，EEPROM 将发送逻辑 0 以表示 ACK。器件随后将做好接收数据字节的准备。在接收到完整的 8 位数据字节之后，EEPROM 将以 ACK 进行响应。随后必须出现停止条件；但由于停止条件定义为空位帧（SI/O 拉为高电平），因此主器件无需驱动 SI/O 线即可实现这一点。如果在任何其他时间发送停止条件，则写操作将中止。在停止条件完成后，EEPROM 将进入内部自定时写周期，这将在 t_{WR} 时间内完成，而数据将被编程到非易失性 EEPROM 中。SI/O 引脚在整个 t_{WR} 周期内必须通过外部上拉电阻拉为高电平。在经过了最大 t_{WR} 时间之后，主器件可能会开始新的总线事务。

注：

- 任何尝试通过将 SI/O 线驱动为低电平来中断内部写周期的操作都可能会导致正在编程的字节损坏。存储器阵列内的其他存储单元将不受影响。请注意 6.1 内部写周期内的器件行为部分关于器件在写周期内的行为。如果主器件必须中断写操作，则必须将 SI/O 线驱动为低电平并持续 t_{DSCHG} ，如 3.1.2 在工作期间中断器件中所述。

图 6-1. 字节写操作



注：

- x = 无关位，代替 A7，因为该位不在 1 Kb 可寻址范围内。

6.3 页写操作

页写操作允许在一个写周期内最多写入 8 个字节，前提是所有字节都在存储器阵列的同一行（地址位 A6 到 A3 相同）。此外，还支持不足 8 字节的部分页写操作。

页写操作的启动方式与字节写操作的启动方式基本相同，只是在第一个数据字节随时钟移入后，总线主器件不发送停止条件。但是在 EEPROM 确认收到第一个数据字节之后，总线主器件可以额外传输最多 7 个数据字节。

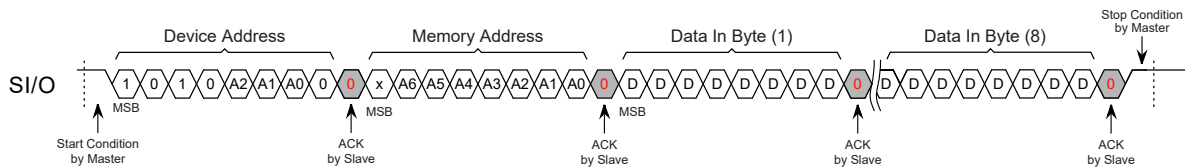
接收到每个数据字节后，EEPROM 都将以 ACK 进行响应。在发送了所有数据字节后，器件需要一个停止条件来开始写周期。但是，由于停止条件定义为空位帧（S/I/O 拉为高电平），因此主器件无需驱动 S/I/O 线即可实现这一点。如果在任何其他时间发送停止条件，则写操作将中止。在停止条件完成后，内部自计时写周期将开始。S/I/O 引脚在整个 t_{WR} 周期内必须通过外部上拉电阻上拉到高电平。因此，在有多个从器件的环境下，如果有任何器件处于内部写周期，则不应尝试与总线上的其他单线器件通信。

接收到每个数据字节后，存储器地址的低三位在内部递增。高地址位不会递增，器件将保持存储器页位置。无论实际写入的字节数如何，页写操作都仅限于在单个物理页内写入字节。当递增的地址达到页边界时，地址计数器将“计满返回”到当前页的开头。但是应避免创建“计满返回”，因为页中先前装入的数据可能会被意外更改。在经过最大 t_{WR} 时间之后，主器件可能会开始新的总线事务。

注：

- 任何尝试通过将 S/I/O 线驱动为低电平来中断内部写周期的操作都可能会导致正在编程的字节损坏。存储器阵列内的其他存储单元将不受影响。请注意 6.1 内部写周期内的器件行为部分关于器件在写周期内的行为。如果主器件必须中断写操作，则必须将 S/I/O 线驱动为低电平并持续 t_{DSCHG} ，如 3.1.2 在工作期间中断器件中所述。

图 6-2. 页写操作



注：

- x = 无关位，代替 A7，因为该位不在 1 Kb 可寻址范围内。

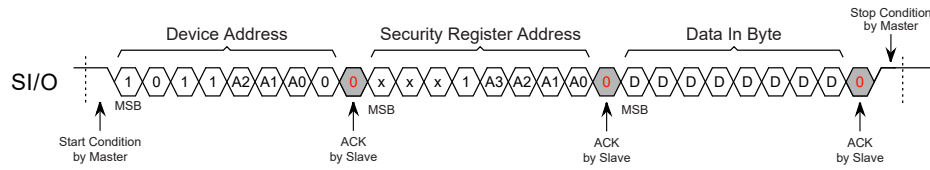
6.4 写入安全寄存器

安全寄存器支持在区域的高 16 字节（高两页，每页 8 字节）中进行字节写操作、页写操作和部分页写操作。安全寄存器中的页写操作和部分页写操作的页边界限制和行为要求与 EEPROM 中相同。

在接收到正确的器件地址字节（指定操作码 Bh）和存储器地址字节之后，EEPROM 将发送逻辑 0 以表示 ACK。器件随后将做好接收第一个数据字节的准备。

在接收到数据字节后，EEPROM 将以 ACK 进行响应，并且主器件最多可以额外发送 7 个字节（如果需要）。成功接收到每个数据字节后，EEPROM 将以 ACK 进行响应。在发送了所有数据字节后，器件需要一个停止条件来开始写周期。但是，由于停止条件定义为空位帧（S/I/O 拉为高电平），因此主器件无需驱动 S/I/O 线即可实现这一点。在停止条件完成后，EEPROM 将进入内部自定时写周期，这将在 t_{WR} 时间内完成，而数据将被编程到非易失性 EEPROM 中。S/I/O 引脚在整个 t_{WR} 周期内必须通过外部上拉电阻拉为高电平。图 6-3 给出了安全寄存器中字节写操作的一个示例。

图 6-3. 安全寄存器中的字节写操作



注:

1. x = 无关值，代替 A7 到 A5，因为这些位不在安全寄存器的可寻址范围内。
2. 任何尝试通过将 S/I/O 线驱动为低电平来中断内部写周期的操作都可能会导致正在编程的字节损坏。存储器阵列内的其他存储单元将不受影响。请注意 6.1 内部写周期内的器件行为部分关于器件在写周期内的行为。如果主器件必须中断写操作，则必须将 S/I/O 线驱动为低电平并持续 t_{DSCHG} ，如 3.1.2 在工作期间中断器件中所述。

6.5 锁定安全寄存器

锁定命令是一个不可逆序列，在此之后将永久阻止对 AT21CS01/11 上的安全寄存器高 16 字节的所有写操作。一旦执行了锁定命令，整个 32 字节的安全寄存器都变为只读。一旦锁定了安全寄存器，便无法将其解锁。

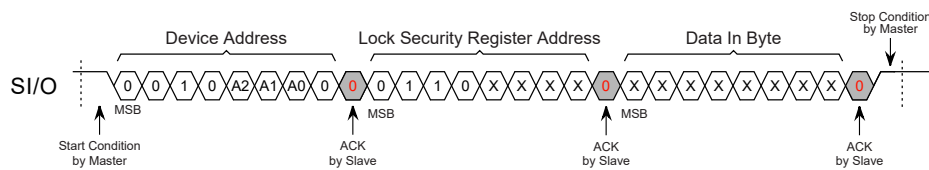
锁定命令协议对安全寄存器的字节写操作进行仿真，但是需要操作码 0010b (2h)，并且需要将存储器地址的 A7 到 A4 位设置为 0110b (6h)。存储器地址的其余位以及数据字节均为“无关”位。虽然这些位是“无关”位，但仍必须传输到器件。对存储器地址和数据字节的 ACK 响应表示安全寄存器当前未锁定。NACK 响应表示安全寄存器已锁定。有关确定安全寄存器的锁定状态的详细信息，请参见图 6-5。

序列以停止条件结束，用于启动自定时内部写周期。如果在任何其他时间发送停止条件，则锁定操作将中止。由于停止条件定义为空位帧 (S/I/O 拉为高电平)，因此主器件无需驱动 S/I/O 线即可实现这一点。在写周期结束之后 (所用时间为 t_{WR})，锁定操作即完成，此时安全寄存器将永久变为只读。

注:

1. 在 t_{WR} 时间内，任何尝试将 S/I/O 线驱动为低电平的操作都会导致锁定操作无法成功完成，因此必须避免这种情况。

图 6-4. 锁定命令



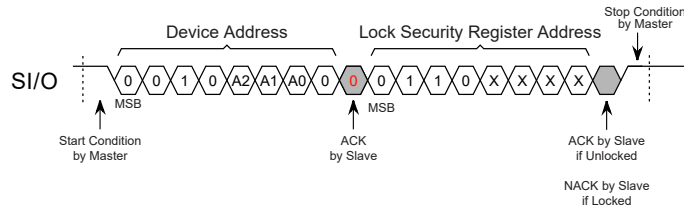
6.5.1 已锁定器件对写命令的响应

与尚未锁定的器件相比，已锁定器件将以不同的方式来响应对安全寄存器的写命令。针对安全寄存器的写操作通过以下方式来完成：发送一个启动条件，后跟器件地址字节（操作码为 1011b (Bh)）以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 0。已锁定器件和尚未锁定的器件都将返回 ACK。之后两个器件将发送一个 8 位地址，然后再次返回 ACK。但是，在发送数据输入字节之后，已锁定器件将返回 NACK，并将立即做好接受新命令的准备。而尚未锁定的器件将根据 6. 写操作中所述的写命令的正常步骤向数据输入字节返回 ACK。

6.5.2 检查锁定命令

检查锁定命令与锁定命令遵循相同序列（包括存储器地址字节 A7 至 A4 位中的 0110b），但只需要将器件地址字节和存储器地址字节传输到器件。对存储器地址字节的 ACK 响应表示尚未设置锁定，而 NACK 响应表示已设置锁定。如果已使能锁定，便无法撤销。检查锁定命令由主器件向器件发送停止位（定义为空位帧）来完成。

图 6-5. 检查锁定命令



6.6 设置器件速度

可以通过软件序列将 AT21CS01 设置为标准速度模式（最大值 15.4 kbps）或高速模式（最大值 125 kbps）。在执行复位和发现响应序列（见 3.1.1 器件复位/上电和发现响应）之后，器件将默认处于高速模式。AT21CS11 没有标准速度模式。

6.6.1 标准速度模式（AT21CS01）

可以使用 Dh 操作码将 AT21CS01 设置为标准模式或检查其是否处于标准模式。该事务只需要 8 位。

要将器件设置为标准模式，主器件必须发送一个启动条件，后跟器件地址字节（指定操作码 1101b (Dh)）以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 0。器件将返回 ACK（逻辑 0），并且随后将立即做好接收标准速度模式相关命令的准备。

要确定器件是否已设置为标准模式，必须将器件地址字节（操作码为 1101b (Dh)）连同相应的从器件地址组合一起发送到器件，并且将读/写位设置为逻辑 1。如果器件已设置为标准速度模式，则将返回 ACK（逻辑 0）。如果器件当前未设置为标准速度模式，则将返回 NACK（逻辑 1）。

注： AT21CS11 将以 NACK 应答该命令。

6.6.2 高速模式

可以使用 Eh 操作码将器件设置为高速模式或检查其是否处于高速模式。该事务只需要 8 位。

AT21CS01/11 在上电后默认处于高速模式。

要将器件设置为高速模式，主器件必须发送一个启动条件，后跟器件地址字节（指定操作码 1110b (Eh)）以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 0。器件将返回 ACK（逻辑 0），并且随后将立即做好接收高速模式相关命令的准备。

要确定器件是否已设置为高速模式，必须将器件地址字节（指定操作码 1110b (Eh)）连同相应的从器件地址组合一起发送到器件，并且将读/写位设置为逻辑 1。如果器件已设置为高速模式，则将返回 ACK（逻辑 0）。如果器件当前未设置为高速模式，则将返回 NACK（逻辑 1）。

注： AT21CS11 将以 ACK 应答该命令。

7. 读操作

读操作的启动方式与写操作类似，除了必须将器件地址字节中的读/写选择位设置为逻辑 1。器件支持多种读操作：

- EEPROM 内的当前地址读操作
- EEPROM 内的随机读操作
- EEPROM 内的连续读操作
- 从安全寄存器读取
- 制造商 ID 读取

注：

1. AT21CS01/11 包含单个共享的存储器地址指针，其中保存有要访问的 EEPROM 或安全寄存器下一字节的地址。例如，如果读取或写入的最后一个字节是 EEPROM 的存储单元 0Dh，则地址指针将指向 EEPROM 的存储单元 0Eh。因此，从一个区域切换到另一个区域进行读操作时，新区域中的第一个读操作应以随机读操作开始，而不是以当前地址读操作开始，因为这样可以确保将地址指针设置为所需区域内的某个已知值。

如果到达 EEPROM 或安全寄存器的末尾，则地址指针将“计满返回”到该区域的开头（地址 00h）。只要保留 SI/O 引脚的上拉电压或器件没有被复位，地址指针就可在切换操作时保留值。

7.1 EEPROM 内的当前地址读操作

内部地址指针必须指向 EEPROM 内的存储单元才能从 EEPROM 读取当前地址。要启动该操作，主器件必须发送一个启动条件，后跟器件地址字节（指定操作码 1010b (Ah)）以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 1。发送器件地址字节后，AT21CS01/11 将返回 ACK（逻辑 0）。

在 ACK 之后，器件即做好输出单字节（8 位）数据的准备。主器件通过将 SI/O 线驱动为低电平来启动所有数据位的输出操作。在主器件释放此线之后，AT21CS01/11 将使此线保持低电平以指示逻辑 0。如果数据是逻辑 1，则 AT21CS01/11 将不会使 SI/O 线保持低电平，以便 SI/O 线在被主器件释放之后由上拉电阻拉为高电平。此序列每 8 位重复执行一次。

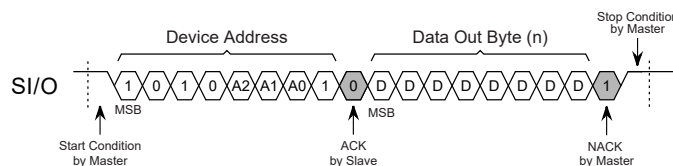
如果主器件在读取第一个数据字节后不再需要更多数据，则必须返回 NACK（逻辑 1）响应以结束读操作，并使器件返回待机模式。图 7-1 描述了此序列。

如果主器件需要后续字节，则会返回 ACK（逻辑 0），器件随后立即准备好输出存储器阵列中的下一个字节。有关继续读取更多字节的详细信息，请参见 7.3 EEPROM 内的连续读操作。

注：

1. 如果对器件执行的最后一个操作是访问安全寄存器，则应执行随机读操作，以确保将地址指针设置为指向 EEPROM 中的某个已知存储单元。

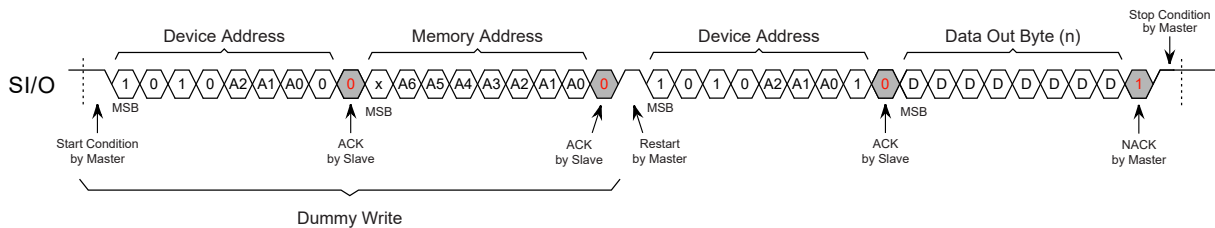
图 7-1. 当前地址读操作



7.2 EEPROM 内的随机读操作

随机读操作以与字节写操作相同的方式开始，也就是将新的 EEPROM 存储器地址装入地址指针。但是并不发送字节写操作的数据字节和停止条件，而是将重复的启动条件发送到器件。这一序列称为“虚拟写入”。在发送了“虚拟写入”的器件地址和存储器地址字节之后，AT21CS01/11 将返回 ACK 响应。主器件随后即可启动当前地址读操作（以新的启动条件开始），以从 EEPROM 读取数据。有关如何执行当前地址读操作的详细信息，请参见 7.1 EEPROM 内的当前地址读操作部分。

图 7-2. 随机读操作



7.3 EEPROM 内的连续读操作

连续读操作以当前地址读操作或随机读操作开始。但是，在读取了一个字节的数据之后，主器件并不发送 NACK（逻辑 1）响应来结束读操作，而是发送 ACK（逻辑 0）来指示 AT21CS01/11 输出另一个数据字节。只要器件在每个数据字节输出之后从主器件接收到 ACK，就会继续使地址计数器递增，并输出 EEPROM 中的下一个字节数据。如果到达 EEPROM 的末尾，地址指针将“计满返回”到 EEPROM 区域的开头（地址 00h）。要结束连续读操作，主器件必须在器件已输出完整的数据字节之后发送 NACK 响应。器件接收到 NACK 之后，将结束读操作并返回到待机模式。

注：

1. 如果对器件执行的最后一个操作是访问安全寄存器，则应执行随机读操作，以确保将地址指针设置为指向 EEPROM 中的某个已知存储单元。

图 7-3. 以当前地址读操作开始的连续读操作

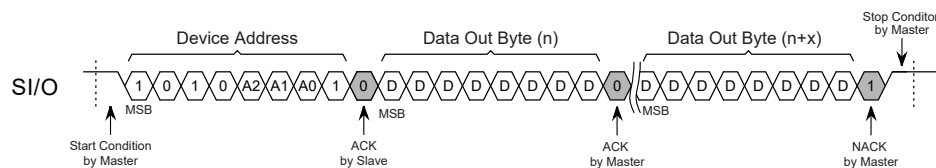
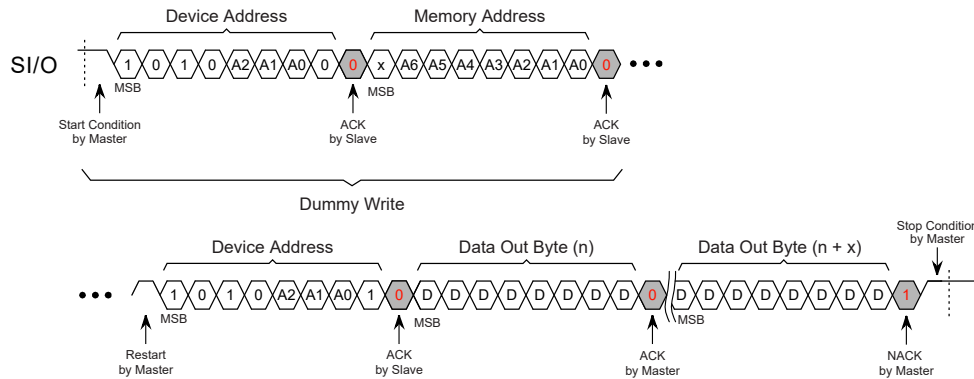


图 7-4. 以随机读操作开始的连续读操作



7.4 安全寄存器中的读操作

可以使用随机读操作或连续读操作两种方式来读取安全寄存器。由于 EEPROM 和安全寄存器实际上共享单一地址指针寄存器，因此必须执行“虚拟写入”才能在安全寄存器中正确设置地址指针。这就是必须使用随机读操作或连续读操作的原因所在，因为这两种序列包含“虚拟写入”。位 A7 到 A5 是“无关”位，因为这些位不在安全寄存器的可寻址范围内。不支持读取安全寄存器的当前地址。

要读取安全寄存器，必须使用操作码 1011b (Bh) 来指定器件地址字节，而不是操作码 1010b (Ah)。通过读取安全寄存器，可以读取 64 位序列号或者其余的用户可编程数据。

7.4.1 序列号读取

安全寄存器的低 8 字节包含出厂编程的 64 位唯一序列号。为了确保是唯一值，必须从安全寄存器地址单元 00h 开始读取整个 64 位序列号。因此，建议使用以随机读操作开始的连续读操作，从而确保除了设置为 00h 的存储器地址字节之外，随机读序列还使用操作码指定为 1011b (Bh) 的器件地址字节。

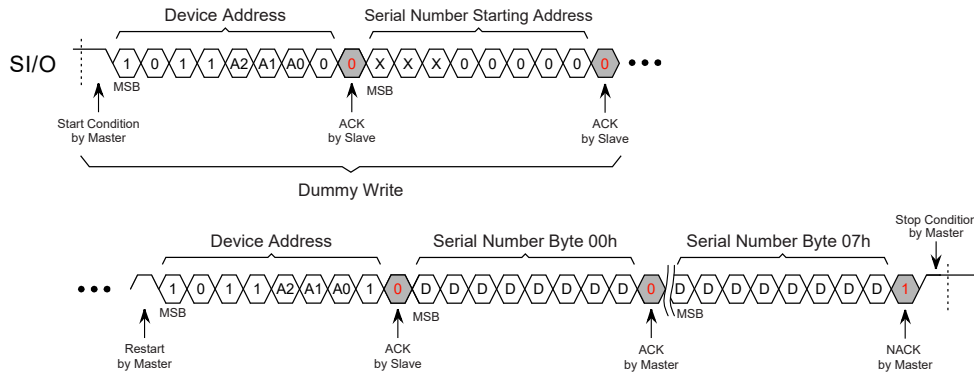
从 64 位序列号中读取的第一个字节是产品标识符 (A0h)。在产品标识符之后是 48 位唯一编号，包含在字节 1 到字节 6 中。序列号的最后一个字节包含其他 56 位的循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check, CRC)。CRC 使用多项式 $X^8 + X^5 + X^4 + 1$ 来生成。表 7-1 描述了 64 位序列号的结构。

表 7-1. 64 位出厂编程的序列号构成

字节 0	字节 1	字节 2	字节 3	字节 4	字节 5	字节 6	字节 7
8 位产品标识符 (A0h)	48 位唯一编号					8 位 CRC 值	

在读取序列号的所有 8 个字节之后，主器件可以返回 NACK (逻辑 1) 响应以结束读操作，并使器件返回待机模式。如果主器件发送的是 ACK (逻辑 0) 而非 NACK，则将输出安全寄存器中的下一个字节 (地址单元 08h)。如果到达安全寄存器的末尾，地址指针将“计满返回”到安全寄存器的开头 (地址单元 00h)。

图 7-5. 序列号读取



7.5 制造商 ID 读取

AT21CS01/11 提供了查询器件制造商、容量和版本信息的功能。通过使用特定的操作码并遵循当前地址读操作的格式，器件将返回一个 24 位值，该值对应为 Microchip 保留的 I²C 标识符值以及用于表示 1 Kb 容量和器件版本的其他数据。

要读取制造商 ID 数据，主器件必须发送一个启动条件，后跟器件地址字节（指定操作码 1100b（Ch））以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 1。发送器件地址字节后，AT21CS01/11 将返回 ACK（逻辑 0）。如果读/写位被设置为逻辑 0 以表示写操作，则器件将以 NACK 进行响应（逻辑 1），因为制造商 ID 数据为只读。

器件返回 ACK 之后，将发送 1 字节的制造商 ID 数据，其中包含 24 位数据值的高 8 位（D23 到 D16）。主器件随后可返回 ACK（逻辑 0）以指示成功接收到数据，此后，器件将发送制造商 ID 数据的第二个字节（D15 到 D8）。此过程将反复执行，直到所有三个字节均已读出并且主器件发送 NACK（逻辑 1）以完成序列。下面的图 7-6 描述了此序列。如果主器件对以 ACK（逻辑 0）响应第三个字节，则内部指针将不会计满返回到制造商 ID 数据的第一个字节。

图 7-6. 制造商 ID 读取

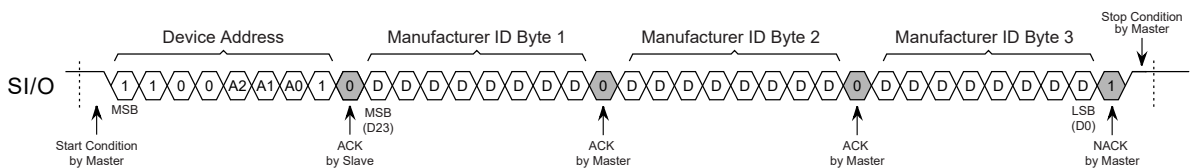


表 7-2 提供了制造商 ID 数据的格式。

表 7-2. 制造商 ID 数据格式

器件	制造商代码<D23:D12>	器件代码<D11:D3>	版本代码<D2:D0>	十六进制值<D23:D0>
AT21CS01	0000-0000-1101	0010-0000-0	000	00D200h
AT21CS11	0000-0000-1101	0011-1000-0	000	00D380h

ID 的制造商标识部分在读出的三个字节的高 12 位中返回。为 Microchip 保留的值为 0000-0000-1101b（00Dh）。因此，器件读出的第一个字节将为 00h。读出的第二个字节的高半字节为 Dh。

24 位 ID 的低 12 位包含一个由 Microchip 定义的值，用于表示器件容量和版本。位 D11 到 D3 表示器件代码，位 D2 到 D0 表示器件版本。表 7-2 更为具体地列出了输出值。

AT21CS01 返回的整个 24 位值是 00D200h。AT21CS11 返回的整个 24 位值是 00D380h。

8. ROM 区域

8.1 ROM 区域大小和 ROM 区域寄存器

有些应用要求为 EEPROM 存储器阵列的某些部分提供永久保护，以防止有人恶意更改程序代码、数据模块、安全信息或加密/解密算法、密钥和程序。为满足这些应用的要求，存储器阵列划分为 4 个不同的 256 位存储区域。通过整合 ROM 区域机制，允许永久锁定这 4 个存储区域的任意组合，使其变为只读（ROM）。存储区域一旦转换为 ROM，便无法再次擦除或编程，而且也无法从 ROM 状态解锁。表 8-2 显示了这四个存储区域各自的地址范围。

8.1.1 ROM 区域寄存器

每个 256 位存储区域都有一个对应的一位 ROM 区域寄存器，用于控制该区域的 ROM 状态。这些寄存器为非易失性的，即使在器件掉电再上电或者复位操作之后也仍将保留器件的状态。下表概述了 ROM 区域寄存器的两种状态。每个 ROM 区域寄存器都有一个专为读/写访问而保留的 ROM 区域寄存器地址。

表 8-1. ROM 区域寄存器值

值	ROM 区域状态
0	ROM 区域未使能，而且该存储区域可以编程和擦除（默认状态）。
1	ROM 区域已使能，而且存储区域无法再次编程和擦除。

如果向特定 ROM 区域寄存器地址发出 ROM 区域命令，则会将对应的 ROM 区域寄存器设置为逻辑 1 状态。每个 ROM 区域寄存器只能设置一次；因此一旦设置为逻辑 1 状态之后，便无法将 ROM 区域复位为逻辑 0 状态。

表 8-2. ROM 区域地址范围

存储区域	存储器起始地址	存储器结束地址	ROM 区域寄存器地址
0	0h	1Fh	01h
1	20h	3Fh	02h
2	40h	5Fh	04h
3	60h	7Fh	08h

8.2 编程和读取 ROM 区域寄存器

8.2.1 读取 ROM 区域寄存器的状态

要检查 ROM 区域寄存器的当前状态，主器件必须对随机读操作序列进行仿真，但使用的是操作码 0111b（7h）。为了指定将要读取的 ROM 区域寄存器地址，需要使用随机读操作序列的虚拟写入部分。

在此序列中，首先是主器件发送启动条件，后跟器件地址字节（高 4 位中包含操作码 7h）以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 0。AT21CS01/11 将以 ACK 进行响应。

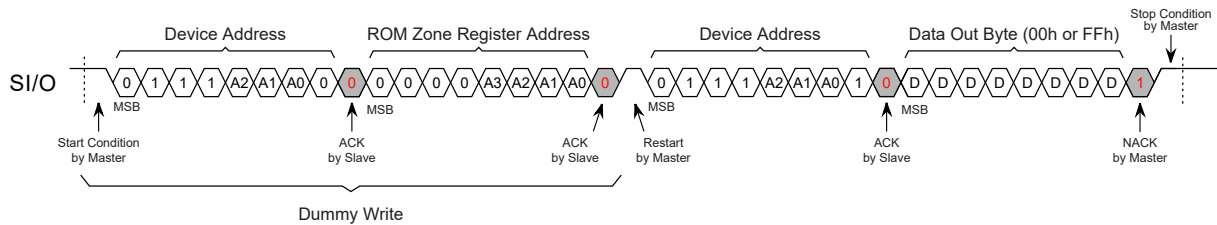
在此器件地址字节之后是一个 8 位 ROM 区域寄存器地址字节。高 4 位不使用，因此是“无关”位。发送到器件的地址必须与表 8-3 中指定的其中一个 ROM 区域寄存器地址相匹配。发送 ROM 区域寄存器地址后，AT21CS01/11 将返回 ACK（逻辑 0）。

随后会有一个额外的启动条件发送给器件，器件地址字节与之之前的相同，但这次读/写位被设置为逻辑 1，器件将返回 ACK。在 AT21CS01/11 发送 ACK 之后，将输出 00h 或 FFh 数据字节。00h 数据字节表示 ROM 区域寄存器为 0，这意味着该区域尚未设置为 ROM。如果器件输出 FFh 数据，则表示存储区域已设置为 ROM，且无法更改。

表 8-3. 读取 ROM 区域寄存器——输出数据

输出数据	ROM 区域寄存器值
00h	ROM 区域寄存器值为 0（区域未设置为 ROM）。
FFh	ROM 区域寄存器值为 1（区域永久设置为 ROM）。

图 8-1. 读取 ROM 区域寄存器的状态



8.2.2 写入 ROM 区域寄存器

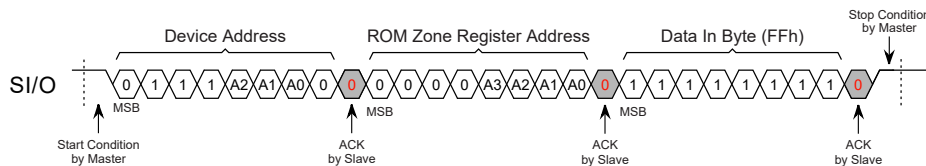
ROM 区域寄存器只能写入逻辑 1，该操作会将相应的存储区域设置为 ROM 状态。一旦写入 ROM 区域寄存器，便无法再次更改。

要写入 ROM 区域寄存器，主器件必须发送一个启动条件，后跟器件地址字节（指定操作码 0111b（7h））以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 0。器件将返回 ACK。发送器件地址字节后，AT21CS01/11 将返回 ACK。

在此器件地址字节之后是一个 8 位 ROM 区域寄存器地址字节。发送到器件的地址必须与表 8-2 中指定的其中一个 ROM 区域寄存器地址相匹配。发送 ROM 区域寄存器地址后，AT21CS01/11 将返回 ACK。

在 AT21CS01/11 发送 ACK 之后，主器件必须发送 FFh 数据字节才能将相应的 ROM 区域寄存器设置为逻辑 1 状态。器件随后将返回 ACK，而且在执行了停止条件后，器件将进入自定时内部写周期，持续时间为 t_{WR} 。如果在此序列的任何其他点发送停止条件，则对 ROM 区域寄存器的写操作将中止。在 t_{WR} 时间结束之前，器件将不会响应任何命令。图 8-2 描述了此序列。

图 8-2. 写入 ROM 区域寄存器



注：

- 任何尝试通过将 SIO 线驱动为低电平来中断内部写周期的操作都可能会导致正在编程的寄存器损坏。请注意 6.1 内部写周期内的器件行为部分关于器件在写周期内的行为。如果主器件必须中断写操作，则必须将 SIO 线驱动为低电平并持续 t_{DSCHG} ，如 3.1.2 在工作期间中断器件中所述。

8.2.3 冻结 ROM 区域寄存器

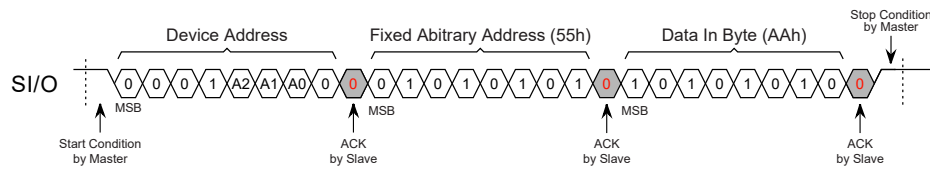
通过冻结当前 ROM 区域状态，可防止对 ROM 区域寄存器进行进一步修改。一旦冻结，便无法撤销此事件。

要冻结 ROM 区域寄存器的状态，主器件必须发送一个启动条件，后跟器件地址字节（指定操作码 0001b（1h））以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 0。如果 ROM 区域寄存器先前没有冻结，则器件将返回 ACK（逻辑 0）响应，如果寄存器已经冻结，则器件将返回 NACK（逻辑 1）响应。

如果 AT21CS01/11 返回 ACK，则主器件必须发送一个固定的任意地址字节值 55h，以便器件向该地址返回 ACK（逻辑 0）。在 55h 地址字节之后，主器件必须发送一个数据字节 AAh。在 AAh 数据字节之后，器件将以 ACK 进行响应。如果发送了 55h 以外的地址字节或者 AAh 以外的数据字节，则器件将以 NACK（逻辑 1）进行响应，并且不会执行冻结操作。

要完成冻结 ROM 区域寄存器序列，需要一个停止条件。如果在此序列的任何其他点发送停止条件，则写操作将中止。由于停止条件定义为空位帧（SI/O 拉为高电平），因此主器件无需驱动 SI/O 线即可实现这一点。在停止条件完成后，内部自计时写周期将开始。SI/O 引脚在整个 t_{WR} 周期内必须通过外部上拉电阻上拉到高电平。

图 8-3. 冻结 ROM 区域寄存器



注：

1. 在 t_{WR} 时间内，任何尝试将 SI/O 线驱动为低电平的操作都会导致冻结操作无法成功完成，因此必须避免这一情况。

8.3 器件对已使能 ROM 区域中写命令的响应

AT21CS01/11 将以不同的方式来响应尚未设置为 ROM 的存储区域和已设置为 ROM 的存储区域中的写命令。针对 EEPROM 的写操作通过以下方式来完成：发送一个启动条件，后跟器件地址字节（操作码为 1010b（Ah））以及相应的从器件地址组合，并将读/写位设置为逻辑 0。由于此时序列中尚未输入存储器地址，因此器件将返回 ACK。接下来将发送 8 位地址，此时无论该地址是否位于已设置为 ROM 的存储区域中，器件都将返回 ACK。但是，在发送数据输入字节之后，如果对已设置为 ROM 的存储区域中的地址执行写命令，则 AT21CS01/11 将返回 NACK 响应，并且器件随后将立即做好接受新命令的准备。如果正在写入的地址位于尚未设置为 ROM 的存储区域中，则器件将根据 6. 写操作中所述的写命令的正常步骤向数据输入字节返回 ACK。

9. Microchip 器件的出厂默认状态

AT21CS01/11 在交付前已将 EEPROM 阵列设置为逻辑 1 状态，因此所有存储单元中的数据均为 FFh。

10. 封装信息

10.1 封装标识信息

AT21CS01/AT21CS11: Package Marking Information

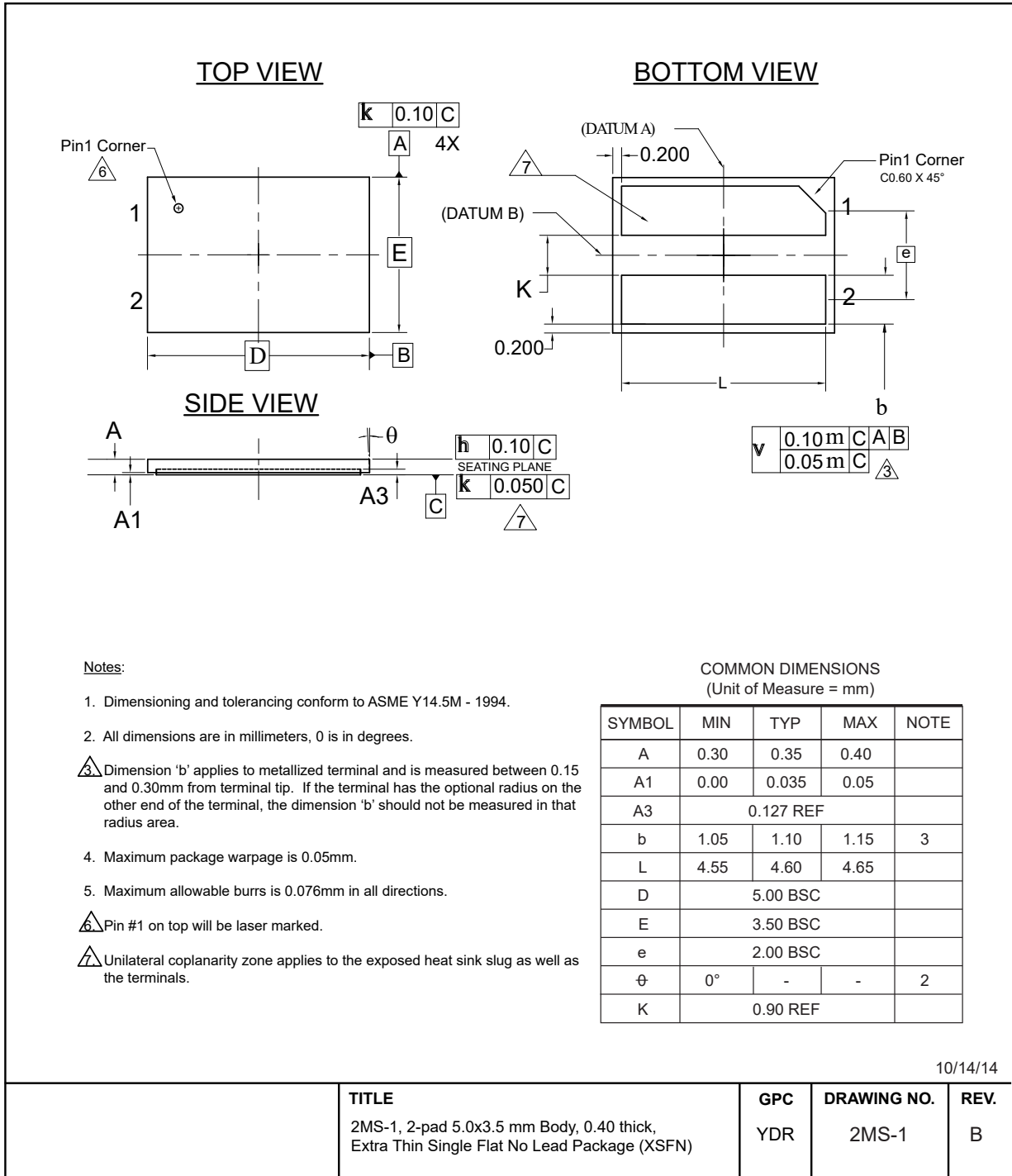
<p>2-ld XSFN</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">ATML ###%Y ● WNNNN</p> </div>	<p>3-lead SOT-23</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> </div>
<p>8-lead SOIC</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> </div>	<p>4-ball WLCSP</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">(AT21CS01 only)</p> </div>

Note 1: ● designates pin 1
Note 2: Package drawings are not to scale

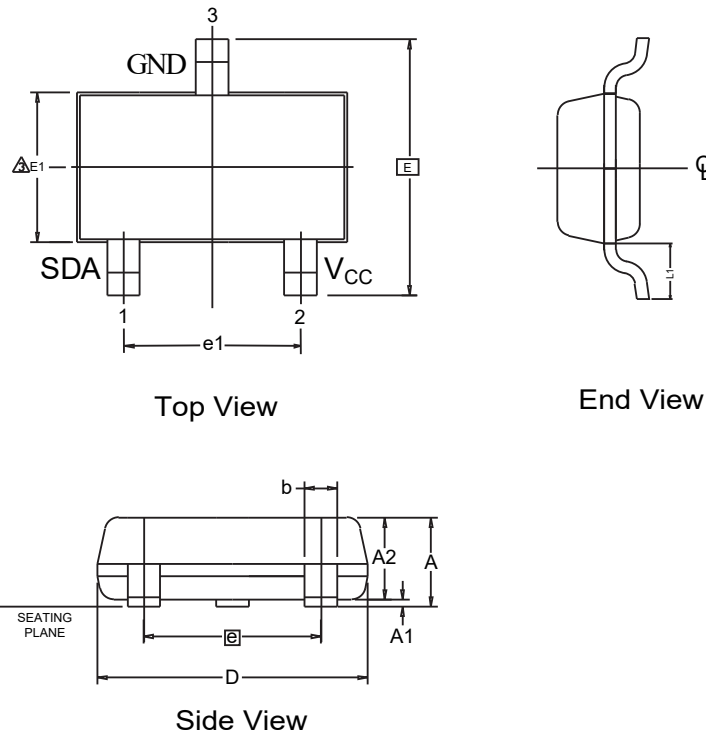
Catalog Number Truncation			
AT21CS01		Truncation Code ###: K1M	
AT21CS11		Truncation Code ###: K2	
Date Codes			Slave Address
Y = Year	M = Month	WW = Work Week of Assembly	% = Slave Address
7: 2017 1: 2021	A: January	02: Week 2	A: Address 000 E: Address 100
8: 2018 2: 2022	B: February	04: Week 4	B: Address 001 F: Address 101
9: 2019 3: 2023	C: Address 010 G: Address 110
0: 2020 4: 2024	L: December	52: Week 52	D: Address 011 H: Address 111
Country of Assembly		Trace Code	Atmel Truncation
CO = Country of Assembly		NNN or NN	AT: Atmel ATM: Atmel ATML: Atmel

9/11/17

	TITLE AT21CS01/11SM, AT21CS01 and AT21CS11 Package Marking Information	DRAWING NO. 21CS01/11SM	REV. A
--	--	-----------------------------------	------------------



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



- Notes:
1. Dimension D does not include mold flash, protrusions or gate burrs. Mold flash, protrusions or gate burrs shall not exceed 0.25mm per end. Dimension E1 does not include interlead flash or protrusion. Interlead flash or protrusion shall not exceed 0.25mm per side.
 2. The package top may be smaller than the package bottom. Dimensions D and E1 are determined at the outermost extremes of the plastic body exclusive of mold flash, tie bar burrs, gate burrs and interlead flash, but including any mismatch between the top and bottom of the plastic body.
 3. These dimensions apply to the flat section of the lead between 0.08 mm and 0.15mm from the lead tip.

This drawing is for general information only. Refer to JEDEC Drawing TO-236, Variation AB for additional information.

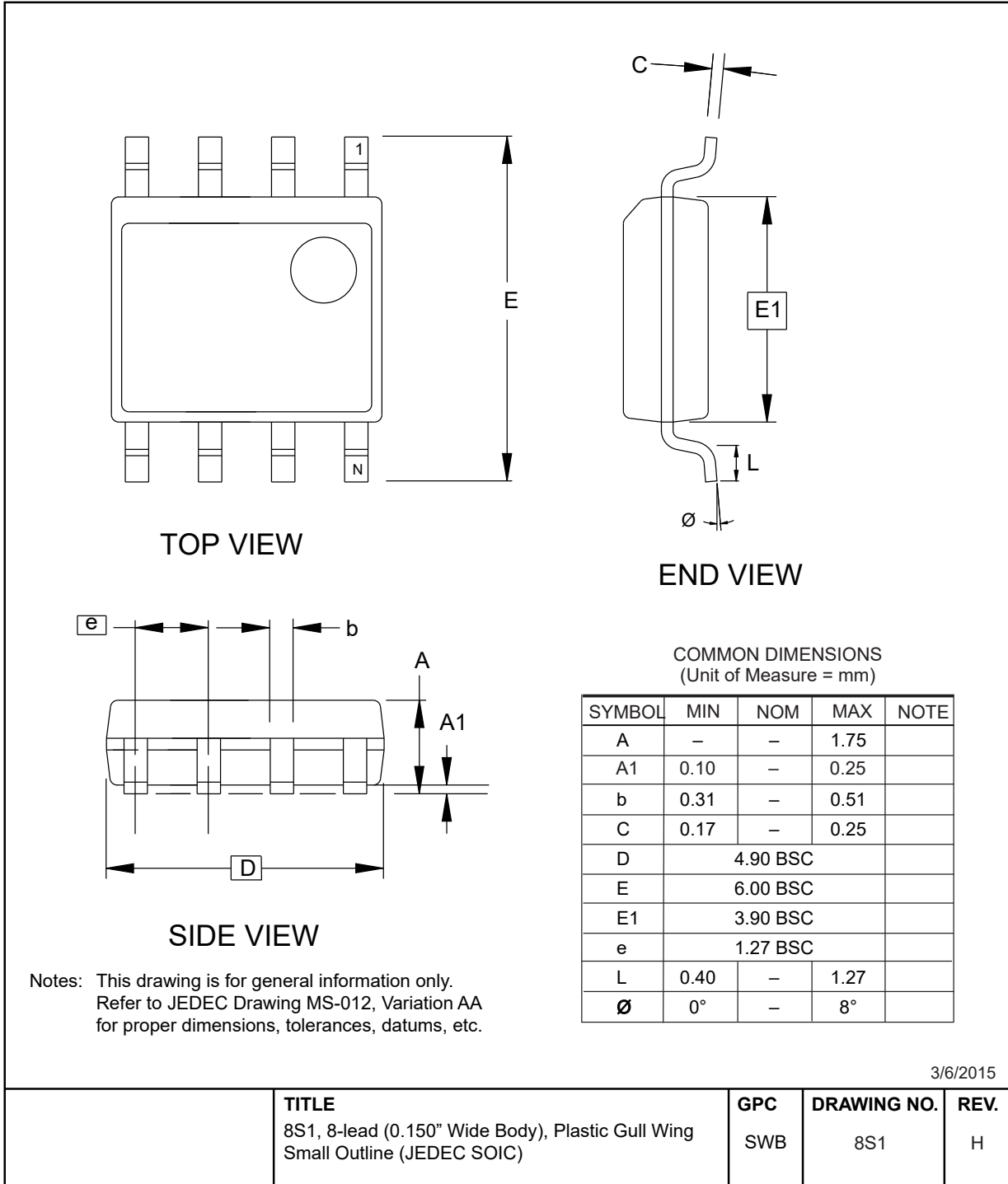
COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	0.89	-	1.12	
A1	0.01	-	0.10	
A2	0.88	-	1.02	
D	2.80	2.90	3.04	1,2
E	2.10	-	2.64	
E1	1.20	1.30	1.40	1,2
L1	0.54 REF			
e1	1.90 BSC			
b	0.30	-	0.50	3

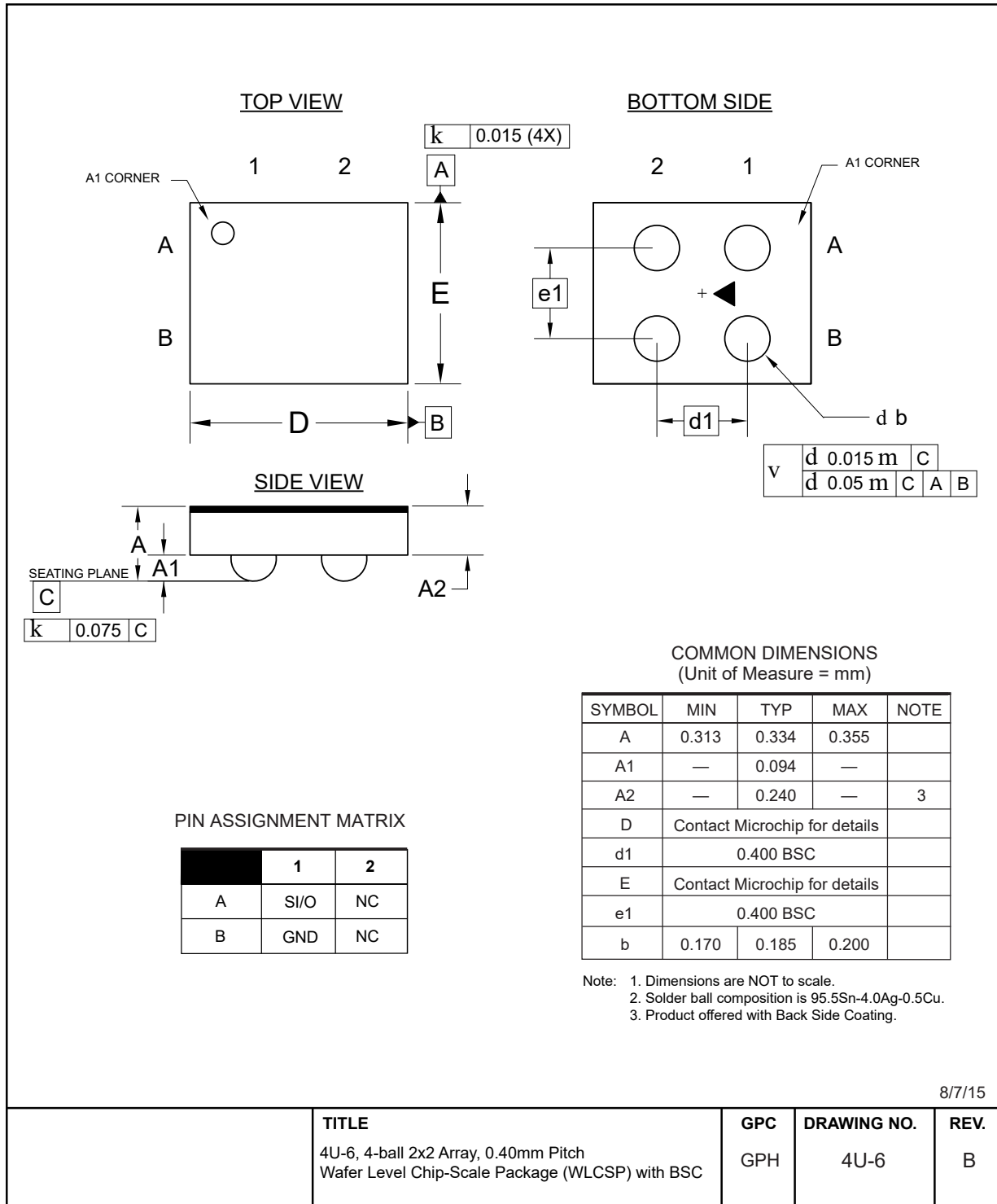
12/11/09

TITLE	GPC	DRAWING NO.	REV.
3TS1, 3-lead, 1.30mm Body, Plastic Thin Shrink Small Outline Package (Shrink SOT)	TBG	3TS1	B

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



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



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

11. 版本历史

Atmel AT21CS01 文档 8903 版本 A (2015 年 8 月)

文档初始版本。

Atmel AT21CS11 文档 8975 版本 A (2015 年 8 月)

文档初始版本，初稿状态。

Atmel AT21CS11 文档 8975 版本 B (2015 年 11 月)

删除了标准速度模式

版本 A (2017 年 10 月)

更新为 Microchip 模板。本版本取代 Atmel 文档 8903 和 8975。增加了 XSFN 封装。更新了直流输出电流绝对最大值。删除了引脚镀层标识。更新了封装标识中的跟踪代码格式。

Microchip 网站

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

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题（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 <http://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。

也可通过以下网站获得技术支持：<http://www.microchip.com/support>

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。

PART NO.	-	XX	X	X	XX	-	X^[1]
Device		Package	Device Grade	Operating Voltage	Product Variation		Tape and Reel Option

器件:	AT21CS01/11: 具有出厂编程的惟一 64 位序列号的单线 I/O 供电 1 Kb (128 x 8) 串行 EEPROM
封装选项:	<p>MS = 2 焊盘 XSFN</p> <p>ST = 3 引脚 SOT23</p> <p>SS = 8 引脚 SOIC</p> <p>U = 4 球 WLCSP (仅 AT21CS01)</p> <p>WWU = 未切割晶圆</p>
封装器件等级或晶圆/晶片厚度:	<p>H = 绿色, 工业级温度范围 (-40°C 至 +85°C)</p> <p>U = 绿色, 工业级温度范围 (-40°C 至 +85°C)</p> <p>11 = 11 mil 晶圆厚度</p>
工作电压:	<p>M = 1.7V 至 3.6V (AT21CS01)</p> <p>空白 = 2.7V 至 4.5V (AT21CS11)</p>
产品类型:	<p>10 = 0-0-0 从器件地址 (A2、A1 和 A0) (2)</p> <p>0B = 0-0-0 从器件地址 (A2、A1 和 A0), WLCSP 封装, 背面涂层</p>
卷带式选项:	<p>B = 标准封装 (料管或托盘)</p> <p>T = 卷带式(1)</p>

注:

- 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。关于包装是否提供卷带式选项的信息，请咨询当地的 Microchip 销售办事处。
- 欲订购从器件地址不为 0-0-0 的器件，请联系 Microchip 销售部门。

示例:

- AT21CS01-SSHM10-T, 1.7V 至 3.6V, 工业级温度, 卷带式, SOIC 封装, 从器件地址 0-0-0
- AT21CS01-SSHM11-B, 1.7V 至 3.6V, 工业级温度, SOIC 封装, 从器件地址 0-0-1(2)
- AT21CS01-MSHM15-T, 1.7V 至 3.6V, 工业级温度, 卷带式, XSFN 封装, 从器件地址 1-0-1(2)
- AT21CS01-UUM0B-T, 1.7V 至 3.6V, 工业级温度, 卷带式, UDFN 封装, 从器件地址 0-0-0
- AT21CS11-STU10, 2.7V 至 4.5V, 工业级温度, SOT23 封装, 从器件地址 0-0-0
- AT21CS11-MSH17-T, 2.7V 至 4.5V, 工业级温度, XSFN 封装, 从器件地址 1-1-1(2)

- AT21CS11-WWU11⁽¹⁾, 2.7V 至 4.5V, 工业级温度, 11 mil 晶圆厚度, 从器件地址 0-0-0 (所有裸片)

注:

1. 有关晶圆的销售信息, 请联系 Microchip 销售部门。
2. 欲订购从器件地址不为 0-0-0 的器件, 请联系 Microchip 销售部门。

Microchip 器件代码保护功能

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 愿意与关心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。

法律声明

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。除非另外声明, 否则在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗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、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 和 XMEGA 是 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 为 Microchip Technology Incorporated 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 是 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。

© 2018, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3316-3

DNV 认证的质量管理体系

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 和 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及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。

全球销售及服务中心

美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
公司总部 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 电话: 1-480-792-7200 传真: 1-480-792-7277 技术支持: http://www.microchip.com/support 网址: www.microchip.com	中国 - 北京 电话: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 电话: 86-28-8665-5511 中国 - 重庆 电话: 86-23-8980-9588 中国 - 东莞 电话: 86-769-8702-9880 中国 - 广州 电话: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 电话: 86-571-8792-8115 中国 - 南京 电话: 86-25-8473-2460 中国 - 青岛 电话: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 电话: 86-21-3326-8000 中国 - 沈阳 电话: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 电话: 86-755-8864-2200 中国 - 苏州 电话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 香港特别行政区 电话: 852-2943-5100 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 台湾地区 - 高雄 电话: 886-7-213-7830 台湾地区 - 台北 电话: 886-2-2508-8600 台湾地区 - 新竹 电话: 886-3-577-8366	澳大利亚 - 悉尼 电话: 61-2-9868-6733 印度 - 班加罗尔 电话: 91-80-3090-4444 印度 - 新德里 电话: 91-11-4160-8631 印度 - 浦那 电话: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 电话: 81-6-6152-7160 日本 - 东京 电话: 81-3-6880-3770 韩国 - 大邱 电话: 82-53-744-4301 韩国 - 首尔 电话: 82-2-554-7200 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 60-3-7651-7906 马来西亚 - 檳榔嶼 电话: 60-4-227-8870 菲律宾 - 马尼拉 电话: 63-2-634-9065 新加坡 电话: 65-6334-8870 泰国 - 曼谷 电话: 66-2-694-1351 越南 - 胡志明市 电话: 84-28-5448-2100	奥地利 - 韦尔斯 电话: 43-7242-2244-39 传真: 43-7242-2244-393 丹麦 - 哥本哈根 电话: 45-4450-2828 传真: 45-4485-2829 芬兰 - 埃斯波 电话: 358-9-4520-820 法国 - 巴黎 电话: 33-1-69-53-63-20 传真: 33-1-69-30-90-79 德国 - 加兴 电话: 49-8931-9700 德国 - 哈恩 电话: 49-2129-3766400 德国 - 海尔布隆 电话: 49-7131-67-3636 德国 - 卡尔斯鲁厄 电话: 49-721-625370 德国 - 慕尼黑 电话: 49-89-627-144-0 传真: 49-89-627-144-44 德国 - 罗森海姆 电话: 49-8031-354-560 以色列 - 赖阿南纳 电话: 972-9-744-7705 意大利 - 米兰 电话: 39-0331-742611 传真: 39-0331-466781 意大利 - 帕多瓦 电话: 39-049-7625286 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 传真: 31-416-690340 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-7288-4388 波兰 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 传真: 34-91-708-08-91 瑞典 - 哥德堡 电话: 46-31-704-60-40 瑞典 - 斯德哥尔摩 电话: 46-8-5090-4654 英国 - 沃金厄姆 电话: 44-118-921-5800 传真: 44-118-921-5820
亚特兰大 德卢斯, 乔治亚州 电话: 1-678-957-9614 传真: 1-678-957-1455 奥斯汀, 德克萨斯州 电话: 1-512-257-3370 波士顿 韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州 电话: 1-774-760-0087 传真: 1-774-760-0088 芝加哥 艾塔斯卡, 伊利诺伊州 电话: 1-630-285-0071 传真: 1-630-285-0075 达拉斯 艾迪生, 德克萨斯州 电话: 1-972-818-7423 传真: 1-972-818-2924 底特律 诺维, 密歇根州 电话: 1-248-848-4000 休斯敦, 德克萨斯州 电话: 1-281-894-5983 印第安纳波利斯 诺布尔斯维尔, 印第安纳州 电话: 1-317-773-8323 传真: 1-317-773-5453 电话: 1-317-536-2380 洛杉矶 米申维耶霍, 加利福尼亚州 电话: 1-949-462-9523 传真: 1-949-462-9608 电话: 1-951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 1-919-844-7510 纽约, 纽约州 电话: 1-631-435-6000 圣何塞, 加利福尼亚州 电话: 1-408-735-9110 电话: 1-408-436-4270 加拿大 - 多伦多 电话: 1-905-695-1980 传真: 1-905-695-2078			