

带 I²C 串行 2k 位 CMOS EEPROM 和手动复位的监控电路— CAT1024、CAT1025

特性

- 精确监控电源电压
 - 5V, 3.3V 和 3V 系统
 - 5 个复位阈值电压供选择
- 高、低电平复位
 - 有效的可靠复位电压 $V_{CC}=1V$
- 400KHz 的 I²C 总线
- 工作电压范围: 2.7V~5.5V
- 低功耗的 CMOS 技术
- 16 字节的页写缓冲区
- 内置防误擦除写保护
 - WP 管脚 (CAT1025)
- 1,000,000 个编程/擦除周期
- 手动复位输入
- 数据保存时间长达 100 年
- 8 脚 DIP、SOIC、TSSOP、MSOP&TDFN (面积为 3×4.9mm & 3×3mm)
- 工业级及扩展的温度范围

概述

CAT1024 和 CAT1025 是基于微控制器系统的存储器和电源监控的完全解决方案。它们利用低功耗 CMOS 技术将 2K 位的串行 EEPROM 和用于掉电保护的电源监控电路集成在一块芯片内。存储器采用 400KHz 的 I²C 总线接口。

CAT1025 包含 1 个精确的 V_{CC} 监测电路和 2 个开漏输出: RESET 和 $\overline{\text{RESET}}$ 。当 V_{CC} 低于复位阈值电压时, RESET 引脚将变为高电平, $\overline{\text{RESET}}$ 将变为低电平。CAT1025 还包含一个写保护输入 (WP)。如果 WP 连接高电平, 则写操作被禁止。

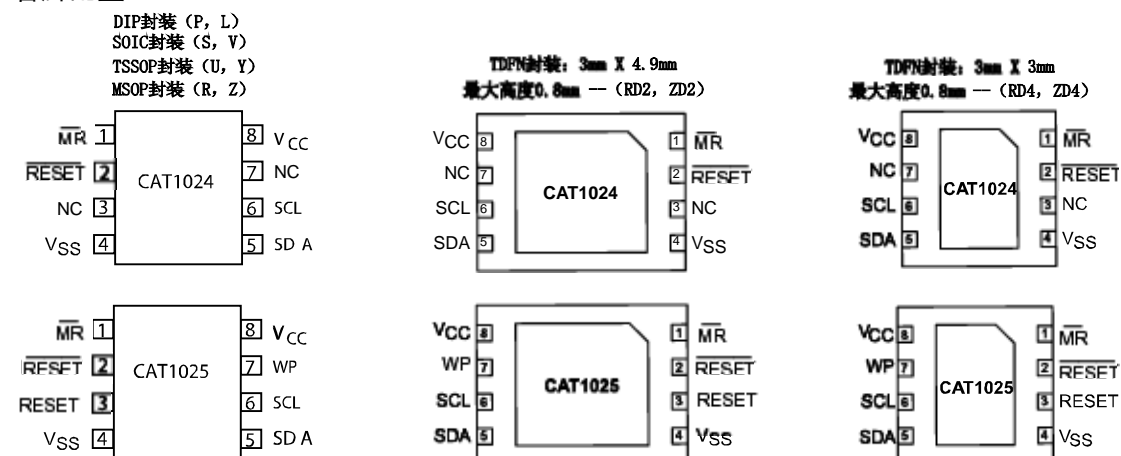
CAT1024 也含有精确的 V_{CC} 监测电路, 但只有一个低电平有效的复位输出管脚 $\overline{\text{RESET}}$, 无写保护输入。

CAT1024/25 的电源监控电路和复位电路可在系统上、下电时保护存储器和系统微控制器, 防止掉电条件的产生。CAT1024/25 都能够提供 5 种不同的复位阈值电压, 可支持 5V, 3.3V 和 3V 的系统。如果系统电源超出范围, 复位信号有效, 禁止系统微控制器、ASIC 或外围器件的操作。在电源电压超出阈值电压后的 200ms 内, 复位信号仍保持有效。高电平有效和低电平有效的复位信号使 CAT1024/25 与微控制器和其它 IC 器件的连接变得很简单。另外, $\overline{\text{RESET}}$ 管脚或者独立的复位输入管脚 MR 都可以用作手动按键复位输入。

CAT1024/25 片内 2K 位的串行 EEPROM 构成 16 字节的页。另外, V_{CC} 电压监控电路提供了硬件数据保护功能, 防止在 V_{CC} 降到低于复位阈值电压或上电时 V_{CC} 上升到复位阈值电压之前对存储器的写操作。

CAT1024/25 包含以下封装形式: 8 脚 DIP 和 8 脚 SO、TSSOP、TDFN 和 8 脚 MSOP 的表贴封装。其中, TDFN 封装的最大厚度是 0.8mm, 其面积为 3 x 3 mm 或 3 x 4.9mm。

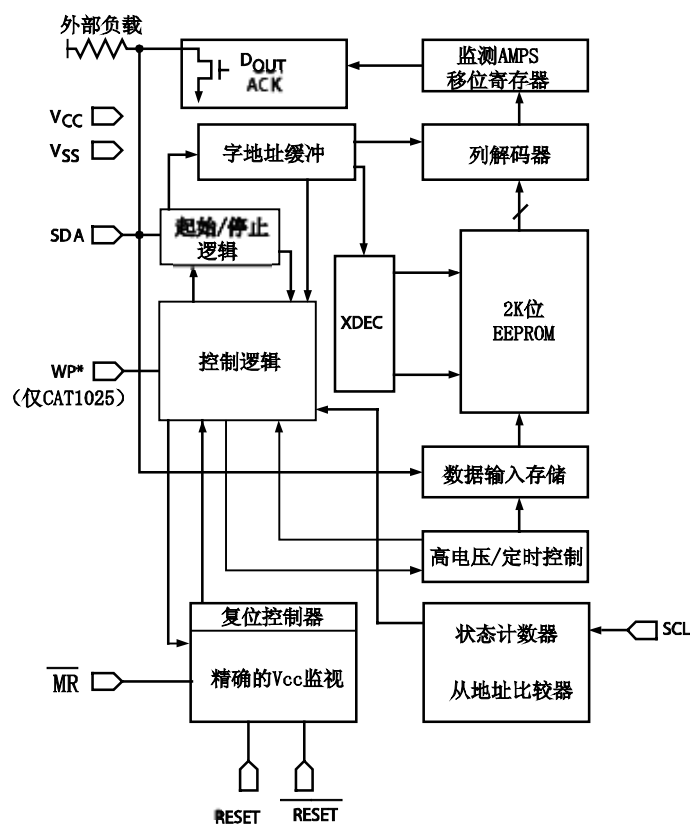
管脚配置



门槛电压选项

器件元件编号	最小门槛电压	最大门槛电压
-45	4.50	4.75
-42	4.25	4.50
-30	3.00	3.15
-28	2.85	3.00
-25	2.55	2.70

功能框图—CAT1024, CAT1025



*仅适用于 CAT1025

管脚功能

管脚名称	功 能
NC	没有连接
$\overline{\text{RESET}}$	复位输入/输出，低电平有效
Vss	地
SDA	串行数据/地址
SCL	时钟输入
RESET	复位输出，高电平有效 (CAT1025)
Vcc	电源
WP	写保护 (CAT1025)
$\overline{\text{MR}}$	手动复位输入

工作温度范围

工业	-40℃～85℃
扩展	-40℃～125℃

管脚描述

$\overline{\text{RESET}}$ / RESET：复位输出

（只有 CAT1025 有 RESET 管脚）

这是两个开漏输出管脚， $\overline{\text{RESET}}$ 可用作手动复位触发输入。该管脚上的强制复位条件可使器件启动或保持复位。RESET 管脚需接下拉电阻， $\overline{\text{RESET}}$ 管脚需接上拉电阻。

SDA：串行数据/地址

双向串行数据/地址管脚，用于器件所有数据的发送和接收。它是一个开漏输出管脚，可以与其它开漏输出或集电极开路输出进行“线或”。

SCL：串行时钟

串行时钟输入。

$\overline{\text{MR}}$ ：手动复位输入

这是一个去抖输入管脚，可连接外部手动复位源。 $\overline{\text{MR}}$ 拉低将产生复位条件。当 $\overline{\text{MR}}$ 脚为低电平时，复位输出将有效，直至 $\overline{\text{MR}}$ 脚为高电平后，复位周期内复位输出仍将保持有效。 $\overline{\text{MR}}$ 脚内接有一个上拉电阻。

WP（仅适用于 CAT1025）：写保护输入

当 WP 管脚连接到 Vss 或悬空时，允许对整个存储器执行写操作。当 WP 管脚连接到 Vcc 时，存储器被写保护。这个管脚有一个内部下拉电阻。

CAT10xx 系列器件

器件型号	手动 复位 输入	看门狗	看门狗 监控管脚	写保护 管脚	独立的辅助 电压监控	复位: 高电平或 低电平有效	EEPROM
CAT1021	●	●	SDA	●		●	2K
CAT1022	●	●	SDA				2K
CAT1023	●	●	WDI			●	2K
CAT1024	●						2K
CAT1025	●			●		●	2K
CAT1026					●	●	2K
CAT1027		●	WDI		●		2K

有关含有 16k EEPROM 的监控电路, 请参考 CAT1161、CAT1162 和 CAT1163 数据手册。

绝对最大额定值

- 工作温度.....-55℃~+125℃
- 贮存温度.....-65℃~+150℃
- 每个管脚的对地电压⁽¹⁾.....-2.0~V_{CC}+2.0V
- V_{CC} 对地的电压.....-2.0~+7.0V
- 封装功耗 (T_A=25℃)1.0W
- 焊接温度 (10 秒)300℃
- 输出短路电流⁽²⁾100mA

超出“绝对最大额定值”列出的值的条件下工作会造成器件的永久损坏。以上列出的是器件正常工作的额定值, 并未涉及器件在这些条件或超出这些条件下的功能操作。器件不能长时间工作在绝对最大额定值条件下, 否则会影响其可靠性。

注:

(1) 输入管脚的最低 DC 电压为 -0.5V。跳变过程中输入可能在一段时间内 (小于 20ns) 下降到 -2.0V。输出管脚的最高 DC 电压为 V_{CC}+0.5V, 可能在一段时间内 (小于 20ns) 上升到 V_{CC}+2.0V。

(2) 输出短路时间不能超过 1s。一次只允许一个输出短路。

直流工作特性

V_{CC}=2.7V~5.5V, 器件都工作在推荐的温度范围条件下, 除非特别说明。

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
I _{LI}	输入漏电流	V _{in} = 0~V _{CC}	-2	10	uA
I _{LO}	输出漏电流	V _{in} = 0~V _{CC}	-10	10	uA
I _{CC1}	电源电流 (写)	f _{sc1} = 400KHz, V _{CC} = 5.5V		3	mA
I _{CC2}	电源电流 (读)	f _{sc1} = 400KHz, V _{CC} = 5.5V		1	mA
I _{SB}	待机电流	V _{CC} = 5.5V, V _{in} = 0~V _{CC}		40	uA
V _{IL} ⁽¹⁾	输入低电压		-0.5	0.3×V _{CC}	V
V _{IH} ⁽¹⁾	输入高电压		0.7×V _{CC}	V _{CC} +0.5	V
V _{OL}	输出低电压 (SDA, RESET)	I _{OL} = 3mA, V _{CC} = 2.7V		0.4	V
V _{OH}	输出高电压 (RESET)	I _{OH} = 0.4mA, V _{CC} = 2.7V	V _{CC} -0.75		V

续上表

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V_{TH}	复位门槛电压	CAT102x-45 ($V_{CC} = 5.0V$)	4.50	4.75	V
		CAT102x-42 ($V_{CC} = 5.0V$)	4.25	4.50	
		CAT102x-30 ($V_{CC} = 3.3V$)	3.00	3.15	
		CAT102x-28 ($V_{CC} = 3.3V$)	2.85	3.00	
		CAT102x-25 ($V_{CC} = 3.0V$)	2.55	2.70	
V_{RVALID}	复位输出有效 V_{CC} 电压		1.00		V
$V_{RT}^{(2)}$	复位滞后门槛电压		15		mV

注:

- (1) 表中给出的 V_{IL} 最小值和 V_{IH} 最大值仅供参考, 并没有经过测试。
- (2) 该参数是最早的测试结果, 其值受到设计或操作改变的影响, 并未经 100% 的测试。

电容

$T_A=25^{\circ}C$, $f=1.0MHz$, $V_{CC}=5V$

符号	测试	测试条件	最大值	单位
$C_{OUT}^{(1)}$	输出电容	$V_{OUT} = 0V$	8	pF
$C_{IN}^{(1)}$	输入电容	$V_{IN} = 0V$	6	pF

交流特性

$V_{CC}=2.7V \sim 5.5V$, 器件都工作在推荐的温度范围条件下, 除非特别说明。

存储器 读/写周期⁽²⁾

符号	参数	最小值	最大值	单位
f_{SCL}	时钟频率		400	KHz
t_{SP}	SDA, SCL 输入的噪声抑制时间		100	ns
t_{LOW}	时钟低电平时间	1.3		us
t_{HIGH}	时钟高电平时间	0.6		us
$t_R^{(1)}$	SDA 和 SCL 上升时间		300	ns
$t_F^{(1)}$	SDA 和 SCL 下降时间		300	ns
$t_{HD: STA}$	起始条件保持时间	0.6		us
$t_{SU: STA}$	起始条件建立时间 (重复起始条件)	0.6		us
$t_{HD: DAT}$	数据输入保持时间	0		ns
$t_{SU: DAT}$	数据输入建立时间	100		ns
$t_{SU: STO}$	停止条件建立时间	0.6		us
t_{AA}	SCL 低到数据输出有效		900	ns
t_{DH}	数据输出保持时间	50		ns
$t_{BUF}^{(1)}$	新的发送启动前总线的空闲时间	1.3		us
$t_{WC}^{(3)}$	写周期时间(字节写/页写)		5	ms

注:

- (1) 此参数由最初的特性得到, 其值受到设计或操作改变的影响, 并未经 100% 的测试。
- (2) 测试条件可参考下面的“交流测试条件”表格。
- (3) 写周期时间是指从写序列的有效停止条件到器件内部编程/擦除周期结束之间的时间。在写操作过

程中，总线接口电路禁止，SDA 仍然保持高电平，器件不响应从地址。

复位电路交流特性

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PURST}	复位时间	注 2	130	200	270	ms
t_{RPD}	V_{TH} 到 RESET 输出的延迟时间	注 3			5	us
t_{GLITCH}	V_{CC} 干扰抑制脉宽	注 4, 5			30	ns
MR 干扰	手动复位干扰脉冲抑制	注 1			100	ns
t_{MRW}	MR 低脉冲宽度	注 1	5			us
t_{MRD}	MR 输入到 RESET 输出的延迟时间	注 1			1	us

上电时序^{5,6}

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PUR}	上电到读操作				270	ms
t_{PUW}	上电到写操作				270	ms

交流测试条件

参数	测试条件
输入脉冲电压	$0.2V_{CC} \sim 0.8V_{CC}$
输入的上升和下降时间	10ns
输入参考电压	$0.3V_{CC}$, $0.7V_{CC}$
输出参考电压	$0.5V_{CC}$
输出负载	电流源: $I_{OL} = 3mA$; $C_L = 100pF$

可靠性

符号	参数	参考测试方法	最小值	最大值	单位
N_{END}	耐久性	MIL-STD-883, 测试方法 1033	1,000,000		周期/字节
T_{DR}	数据保存时间	MIL-STD-883, 测试方法 1008	100		年
V_{ZAP}	ESD 灵敏度	MIL-STD-883, 测试方法 3015	2000		V
$I_{LTH}^{(7)}$	闭锁	JEDEC 标准 17	100		mA

注:

- (1) 测试条件可参考“交流测试条件”表格。
- (2) 上电时输入参考电压 $V_{CC}=V_{TH}$ ，复位输出参考电压和负载可参考“交流测试条件”表格。
- (3) 掉电时输入参考电压 $V_{CC}=V_{TH}$ ，复位输出参考电压和负载可参考“交流测试条件”表格。
- (4) V_{CC} 干扰脉冲参考电压是 V_{Thmin} ；根据特性数据得到。
- (5) 此参数由最初的特性得到，其值受到设计或操作改变的影响，并未经 100% 的测试。
- (6) t_{PUR} 和 t_{PUW} 是从 V_{CC} 稳定到指定的存储器操作被启动需要的延时时间。
- (7) 为上升到 100mA 的输入电流和 $-1V \sim V_{CC}+1V$ 的输出管脚提供闭锁保护。

器件操作

复位控制器描述

CAT1024/25 的精密复位控制器可确保掉电和电源上/下电时系统的正确操作。它们配置有开漏的复位输出。

上电过程中复位输出一直保持有效，直至 V_{CC} 到达门槛电压 V_{TH} ，并在 V_{CC} 到达 V_{TH} 后大约 200ms (t_{PURT}) 内复位输出仍然保持有效。当 t_{PURT} 时间过后，复位输出无效。这时，复位输出被相应的上拉/下拉电阻拉高或拉低。

下电过程中复位输出在 V_{CC} 下降到低于 V_{TH} 后有效。只要 $V_{CC} > 1.0V$ (V_{RVALID})， \overline{RESET} 输出就有效。器件将忽略出现的快速负 V_{CC} 瞬时脉冲（干扰）。

复位输出的时序见下面图 1。

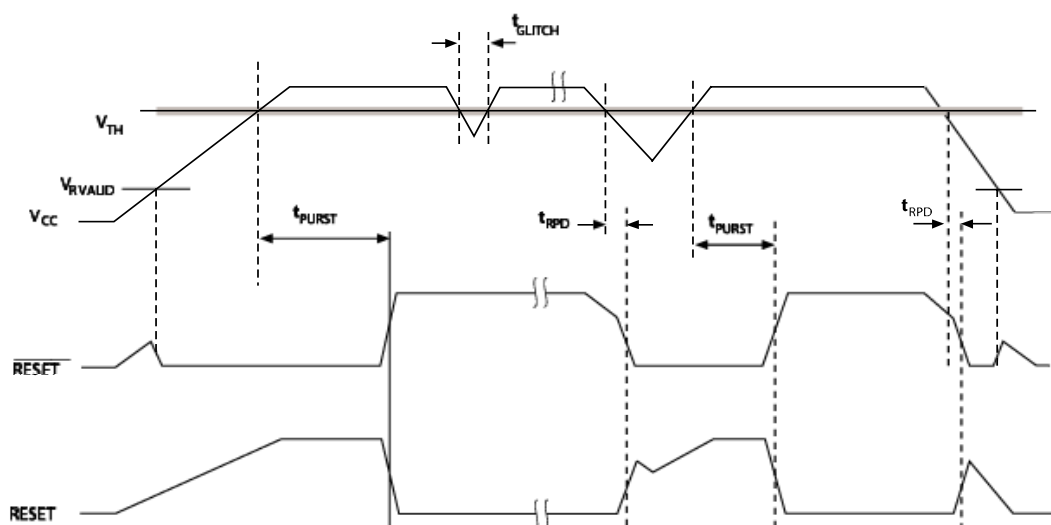


图 1 复位输出时序

手动复位操作

\overline{RESET} 管脚可以作为复位输出和手动复位输入。输入由边沿触发，也就是说，当检测到 \overline{RESET} 管脚从高电平到低电平的跳变后，将启动复位。

一旦 \overline{RESET} 管脚有效，200ms 的定时器将开始计时复位时间。如果外部复位信号的时间小于 200ms，复位输出将在至少 200ms 内保持有效。

CAT1024/25 还有一个独立的手动复位输入，通过连接在 \overline{MR} 和 GND 两端的按键（通常处于断开状态）来将 \overline{MR} 输入拉低，从而产生复位条件。 \overline{MR} 输入有一个内部上拉电阻。

当 \overline{MR} 为低时复位有效，复位输出状态一直保持到 \overline{MR} 输入变成高电平之后。

\overline{MR} 输入上的小于 100ns 的短脉冲干扰不会产生复位信号。不需要额外的去抖电路。 \overline{MR} 输入的手动复位时序见图 2。

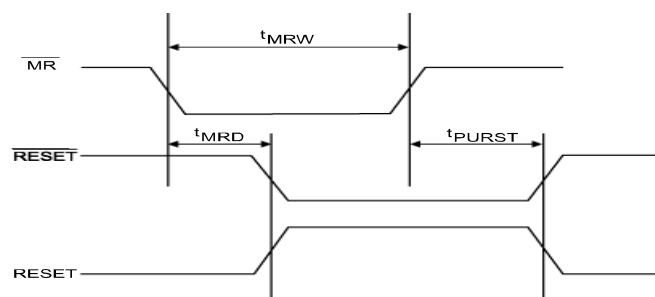


图 2 \overline{MR} 操作时序

硬件数据保护

CAT1024/25 系列的硬件数据保护设计解决了长期困扰串行 EEPROM 的有关数据出错的问题。数据出错是指用来保存正确数据的存储单元存放着错误的数据。

一旦出现复位条件，内部的 EEPROM 将不响应对它的所有操作，包括写操作。如果复位输出有效，禁止正在执行的 EEPROM 操作，不允许执行任何新的 EEPROM 操作。在这种情况下，对存储器的内部写周期将不能够被启动，但是，非易失存储器的写操作并不会被禁止。如果在 Vcc 上升到最小值 2V 之前有足够的（5ms），那么在复位条件成功结束之前，可以启动内部写周期。

此外，CAT1025 还有一个写保护输入管脚 WP，当 WP 连接到 Vcc，任何对器件的写操作无效。

内部 EEPROM 的操作

CAT1024/25 都内嵌有一个 2K 位的串行 EEPROM，支持 I²C 总线数据传输协议。I²C 总线协议规定，任何将数据传送到总线的器件作为发送器，任何从总线上接收数据的器件作为接收器。数据传输由主器件控制，由它来产生串行时钟和所有的起始、停止条件。主器件和从器件都可以作为发送器或接收器，但由主器件来控制数据传输的模式。

I²C 总线协议

I²C 总线协议的定义如下：

- (1) 数据传输只在总线处于空闲状态时才启动。
- (2) 数据传输过程中，当时钟线为高时，数据线必须始终保持稳定状态。时钟线为高时数据线上的任何跳变都被认为是起始或停止条件。

起始条件

起始条件在所有命令发布之前产生。起始条件定义成时钟线为高电平时数据线上高到低的跳变。CAT1024/25 监控 SDA 和 SCL 的状态变化，一旦起始条件出现，它们将会立即响应。

停止条件

停止条件定义成时钟线为高电平时数据线上低到高的跳变。停止条件出现时，所有操作离开终止。

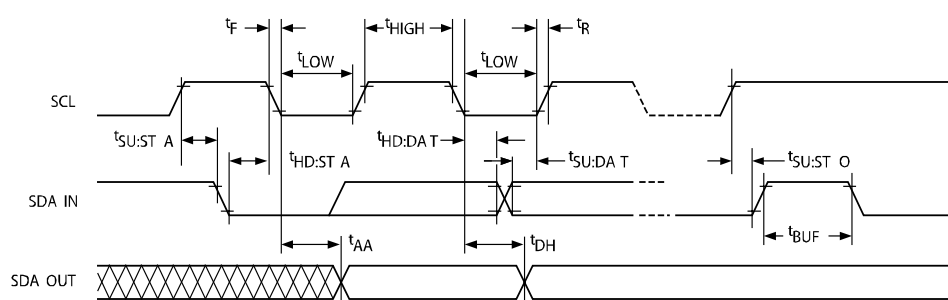


图 3 I²C 总线时序

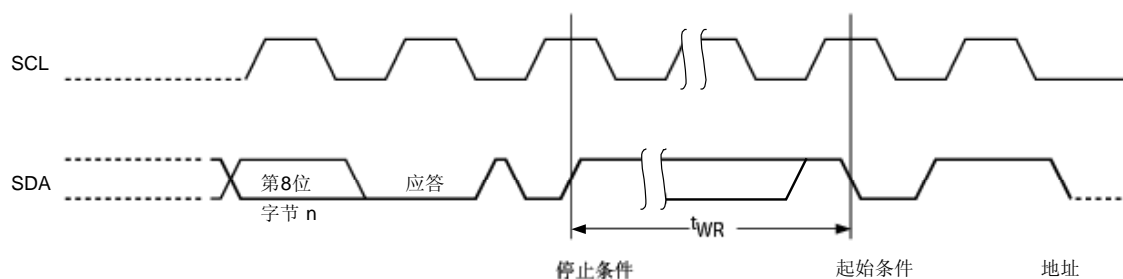


图4 写周期时序

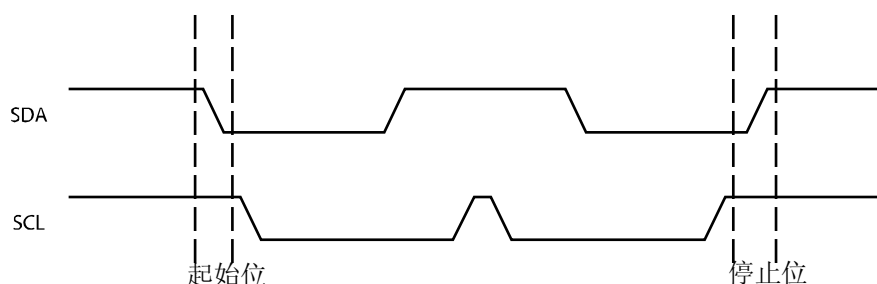


图5 起始/结束条件时序

器件寻址

主器件通过发送一个起始信号启动发送过程，然后发送它所寻址的从器件的地址。8 位从器件地址的高 4 位固定，默认为 1010。

从地址的最低位为读写控制位。“1”表示对从器件进行读操作，“0”表示对从器件进行写操作。

在主器件发送起始信号和从器件地址字节后，CAT1024/25 监控总线，当其地址与发送的从地址相符时产生一个应答信号（通过 SDA）。然后，CAT1021/22/23 根据读写控制位（R/W）的状态进行读或写操作。

默认配置：

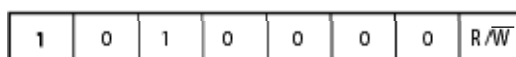


图6 从器件地址

应答信号

每当成功完成一次数据传输，接收器都必须产生一个应答信号。应答器件在第 9 个时钟周期时将 SDA 线拉低，表示已收到 8 位数据。

当接收到起始条件和从器件地址之后，CAT1024/25 都会响应一个应答信号。如果 CAT1024/25 被选中执行写操作，则它每接收一个 8 位字节之后都会响应一个应答信号。

当 CAT1024/25 开始读操作时，它将发送一个 8 位的数据，释放 SDA 线并监控应答信号，一旦接收到应答信号，CAT1024/25 继续发送数据。如果主器件未发送应答信号，则 CAT1024/25 停止传输数据并等待停止条件。

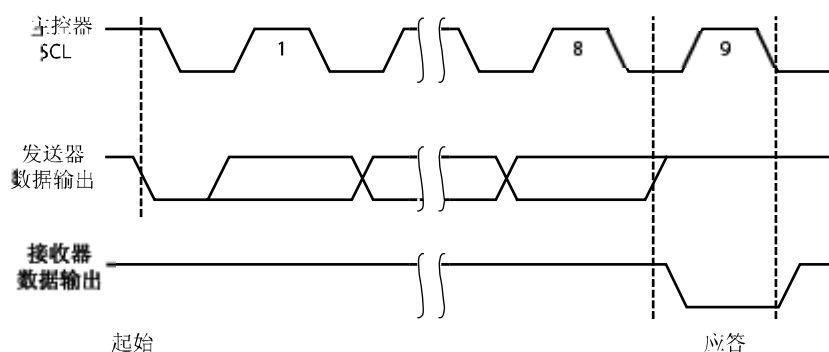


图 7 应答时序

写操作方式

字节写

在字节写模式下，主器件向从器件发送起始条件和从地址信息（ R/\overline{W} 位清 0），主器件在接收到从器件产生的应答信号后发送一个 8 位的地址，写入器件的地址指针。当接收到从器件产生的另一个应答信号后，主器件将数据发送到被寻址的存储单元。器件再次应答，主器件产生停止条件。这时，器件开始执行一次非易失性存储器的编程操作，不再响应主器件的任何请求。

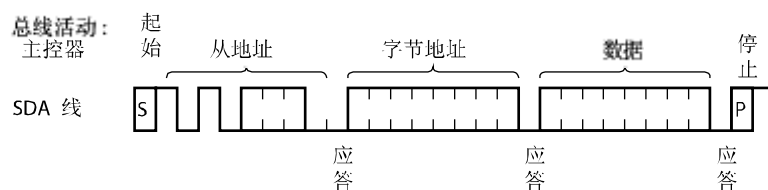


图 8 字节写时序

页写

页写模式下，CAT1024/25 在一个写操作周期内可写入多达 16 个字节的数据。页写操作的启动和字节写一样，不同的是发送完一个字节数据后并不会停止发送数据，而是继续发送另外 15 个字节数据。每发送一个字节数据后，CAT1024/25 产生应答，内部地址的低位加 1，高位保持不变。

如果在发送停止条件之前主器件发送的字节数超过 16 个，地址计数器将自动翻转，先前写入的数据被覆盖。

当接收到 16 个字节数据和主器件发送的停止信号后，CAT1024/25 启动内部编程周期。这样，所有接收到的数据仅在一个写周期内就被写入 CAT1024/25。

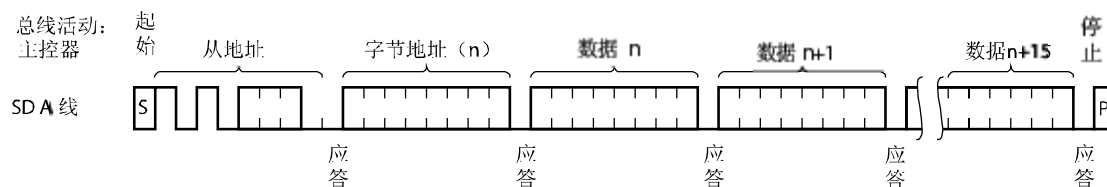


图 9 页写时序

应答查询

可以利用内部写周期时禁止数据输入这一特性。一旦停止条件被发送，表明主器件写操作结束时，CAT1024/25 就启动内部写周期。应答查询也立即启动。上述操作也包括发送起始条件和执行写操作的从器件地址。如果 CAT1024/25 正在执行写操作，则不会返回应答信号。如果 CAT1024/25 已经完成了写操作，

则返回一个应答信号，主器件再继续执行下一次的读写操作。

写保护

写保护操作特性（只有 CAT1025 包含此特性）可防止用户对存储器阵列执行误编程操作。如果 WP 管脚与 Vcc 相连时，整个存储器阵列被保护，只能执行读操作。CAT1025 可以接收从器件地址和字节地址，但是由于器件在接收到第一个字节数据后并不发送应答信号，因此被访问的存储单元被保护，不能进行编程。

读操作

CAT1024/25 读操作的启动和写操作一样，惟一不同的是 $\overline{R/\overline{W}}$ 位置 1。有 3 种不同的读操作模式：立即/当前地址读、选择/随机地址读、顺序地址读。

立即/当前地址读

CAT1024/25 的地址计数器的内容是最后访问的存储单元地址加 1。换句话说，如果最后一次读/写的地址为 N，则立即读的地址从地址 N+1 开始。如果 N=E=255，则计数器将翻转到 0 且继续输出有效数据。CAT1024/25 接收到与其相符的从器件地址信号后（ $\overline{R/\overline{W}}$ 位置 1），它首先发送应答信号，然后发送一个 8 位字节数据。主器件不需发送应答信号，但要产生停止条件。

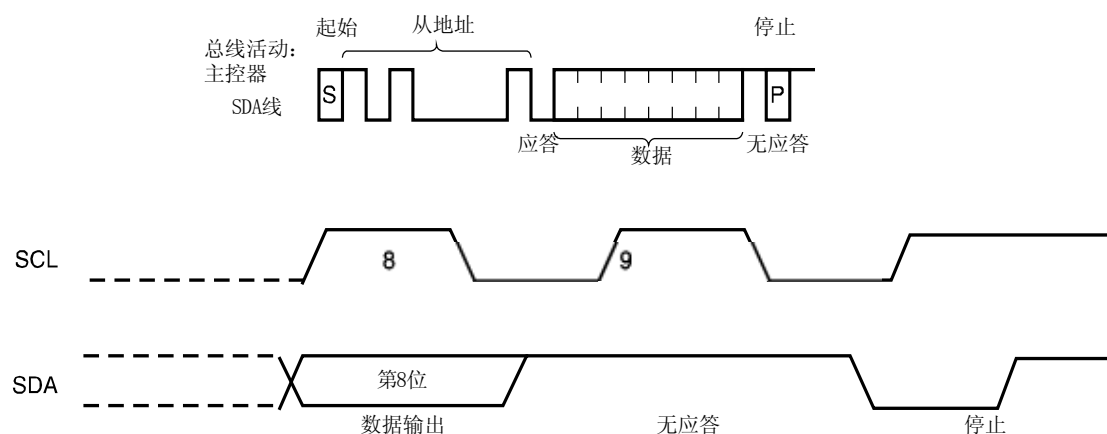


图 10 立即/当前地址读时序

选择/随机地址读

选择/随机读操作允许主器件对存储器的任何地址单元字节进行读操作。主器件首先通过发送起始条件、从器件地址和它想读取的字节数据的地址执行一次虚写操作。当 CAT1024/25 产生应答后，主器件再次发送起始条件和从器件地址，此时 $\overline{R/\overline{W}}$ 位置 1。然后 CAT1024/25 产生响应，发送所需的 8 位字节数据。这时，主器件不再发送应答信号，而是产生停止条件。

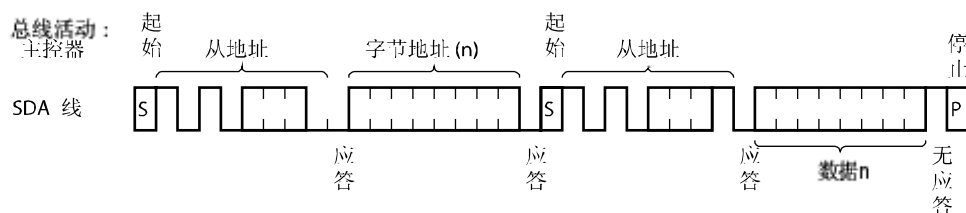


图 11 随机地址读时序

顺序地址读

顺序地址读操作可通过立即读或选择性读操作来启动。当 CAT1024/25 发送完第一个 8 位的字节数据后,主器件产生一个应答信号来响应,告知 CAT1024/25 它需要更多数据。然后,每产生一次应答,CAT1024/25 就发送一个 8 位的字节,直至停止条件产生。

CAT1024/25 按照从地址 N 到地址 N+1 的顺序来发送数据。读操作时, CAT1024/25 的地址计数器的地址位递增,这样整个存储器的内容可在一个读操作周期内全部读出。

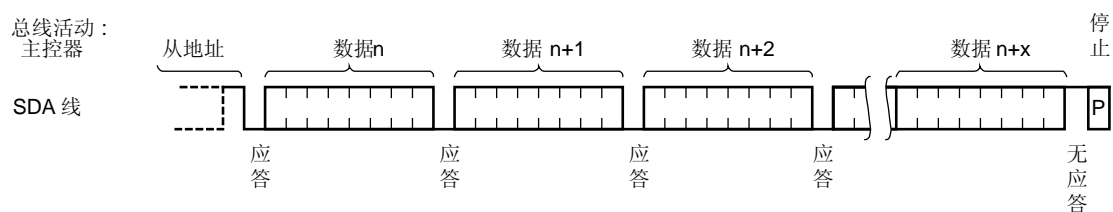
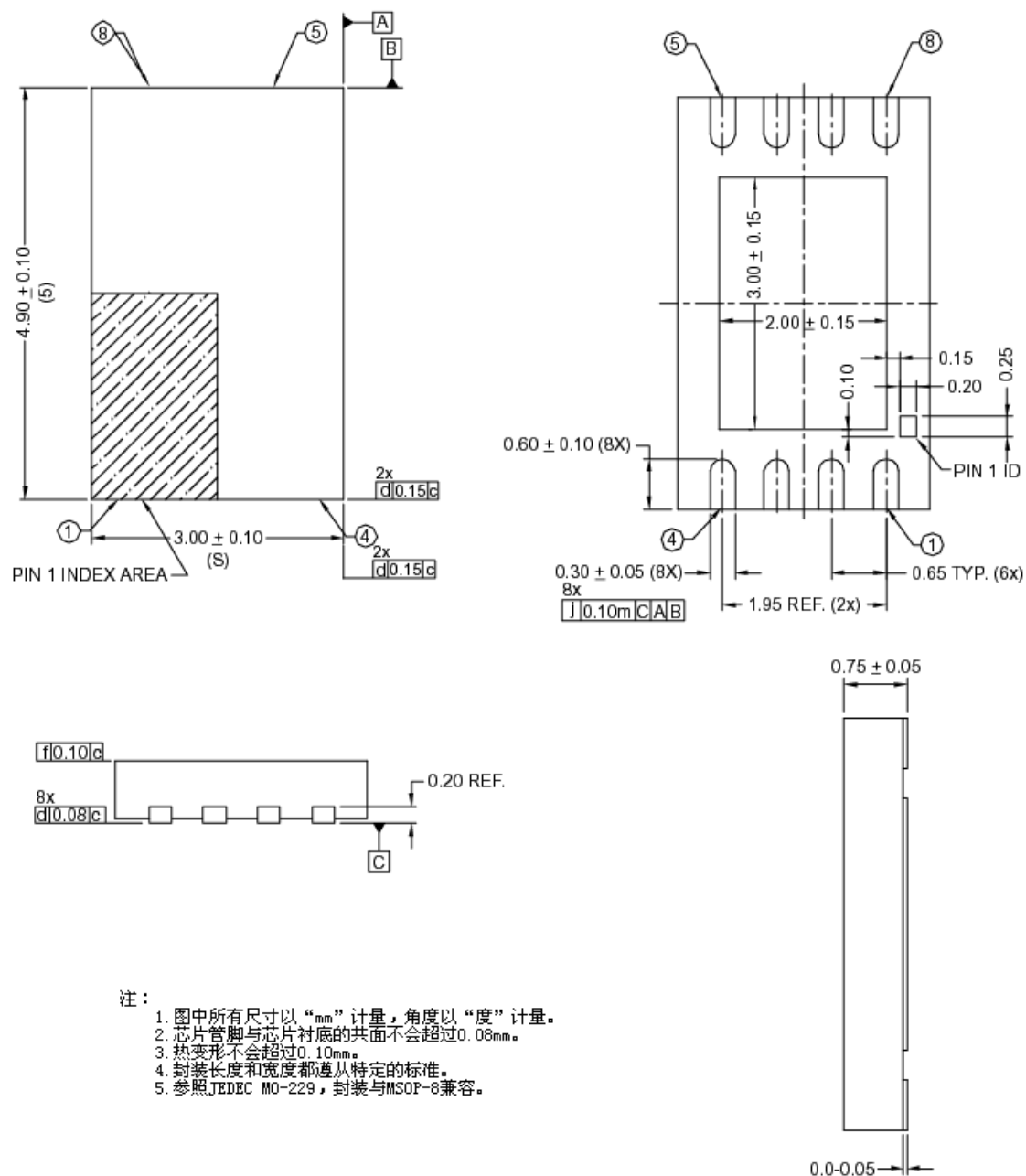


图 14 顺序地址读时序

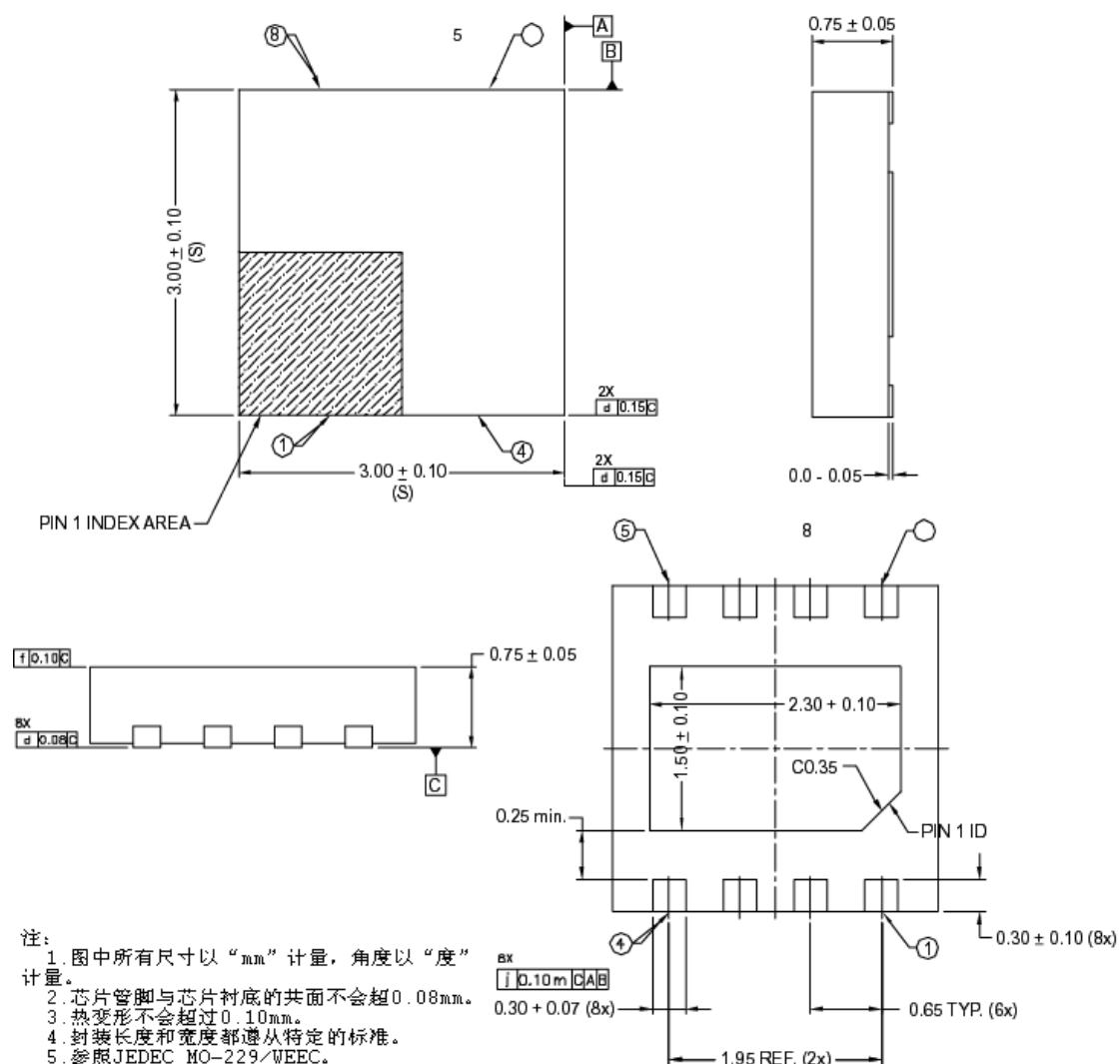
封装信息

TDFN 3×4.9 封装 (RD2)

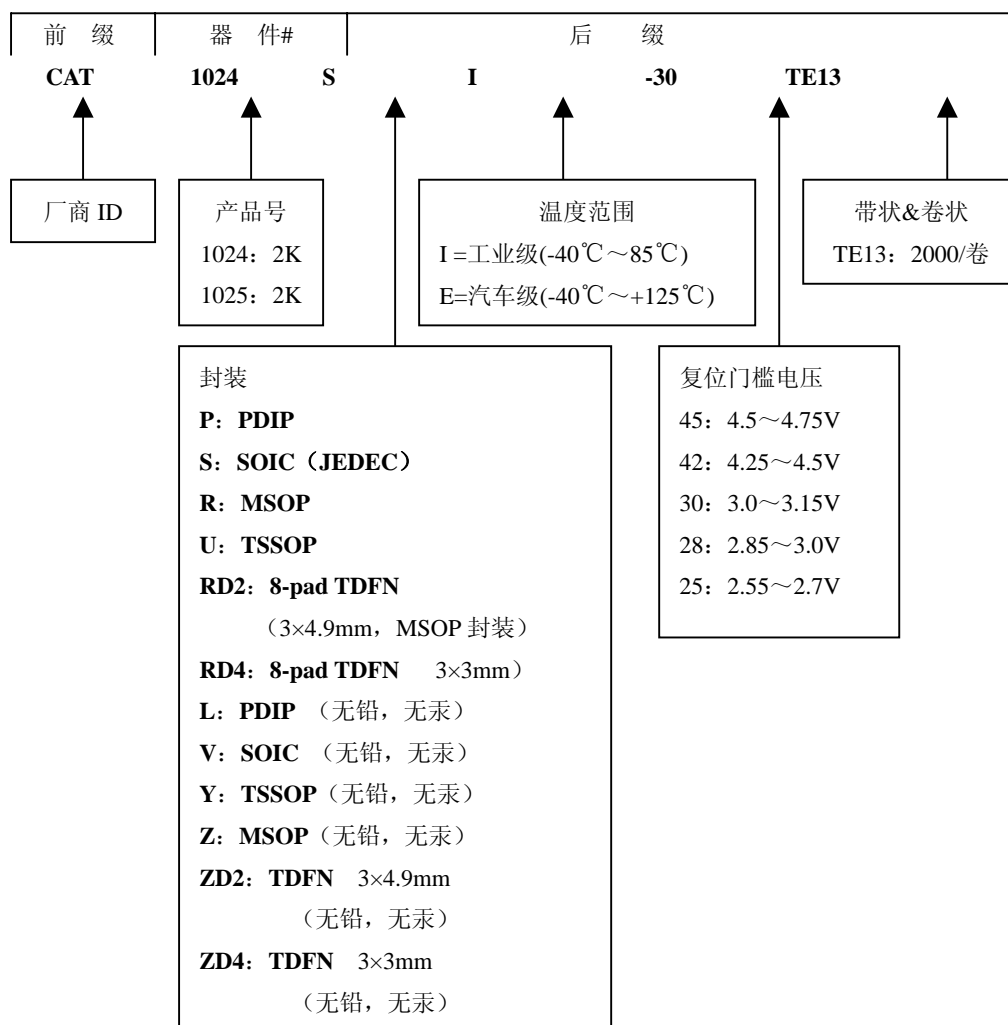


- 注：
1. 图中所有尺寸以“mm”计量，角度以“度”计量。
 2. 芯片管脚与芯片衬底的共面不会超过0.08mm。
 3. 热变形不会超过0.10mm。
 4. 封装长度和宽度都遵从特定的标准。
 5. 参照JEDEC MO-229，封装与MSOP-8兼容。

TDFN 3×3 封装 (RD4)



订购信息



注：上面以CAT1024SI-30TE13为例来说明（带I²C串行2k CMOS EEPROM的监控电路，SOIC封装，工业级温度，3.0~3.15V的复位门槛电压，带状和卷状）。