



复旦微电子

# FM4428

## 8K 位接触式逻辑加密卡电路

技术手册

---

2011. 3

本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。由于本资料所记载的信息而引起的损害、责任问题或者其他损失，复旦微电子将不承担责任。复旦微电子的产品不用于化学、救生及生命维持系统。未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsh.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

## 商 标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。

# 1 产品综述

## 1.1 产品简介

FM4428 是上海复旦微电子集团股份有限公司设计的接触式逻辑加密卡电路，容量为 1K x 8 Bits EEPROM，带写保护功能及编程安全码认证功能。外围接口遵循 ISO7816 协议标准（同步传输），可广泛用于各类 IC 存储卡。

## 1.2 产品特点

- ◆ 1024×8 bit EEPROM 存储单元
- ◆ 字节寻址
- ◆ 写保护功能
- ◆ 1024×1 bit 写保护位
- ◆ 串行 3 线总线接口
- ◆ 数据输出显示操作结束
- ◆ 大于 100,000 擦写周期
- ◆ 大于 10 年数据保存期
- ◆ 接触式串行接口，遵循 ISO7816 协议标准（同步传输）
- ◆ 2 Byte 编程安全认证码 PSC，只有 PSC 认证通过后才可改写数据
- ◆ 兼容 SLE4428

## 1.3 引脚说明

VCC	C1	C5	GND
RST	C2	C6	NC
CLK	C3	C7	I/O
NC	C4	C8	NC

引脚	符号	功能
C1	VCC	工作电压 5V
C2	RST	复位信号
C3	CLK	时钟信号
C4	NC	空接
C5	GND	地
C6	NC	空接
C7	I/O	数据线 (开漏输出)
C8	NC	空接

## 2 功能说明

### 2.1 功能框图

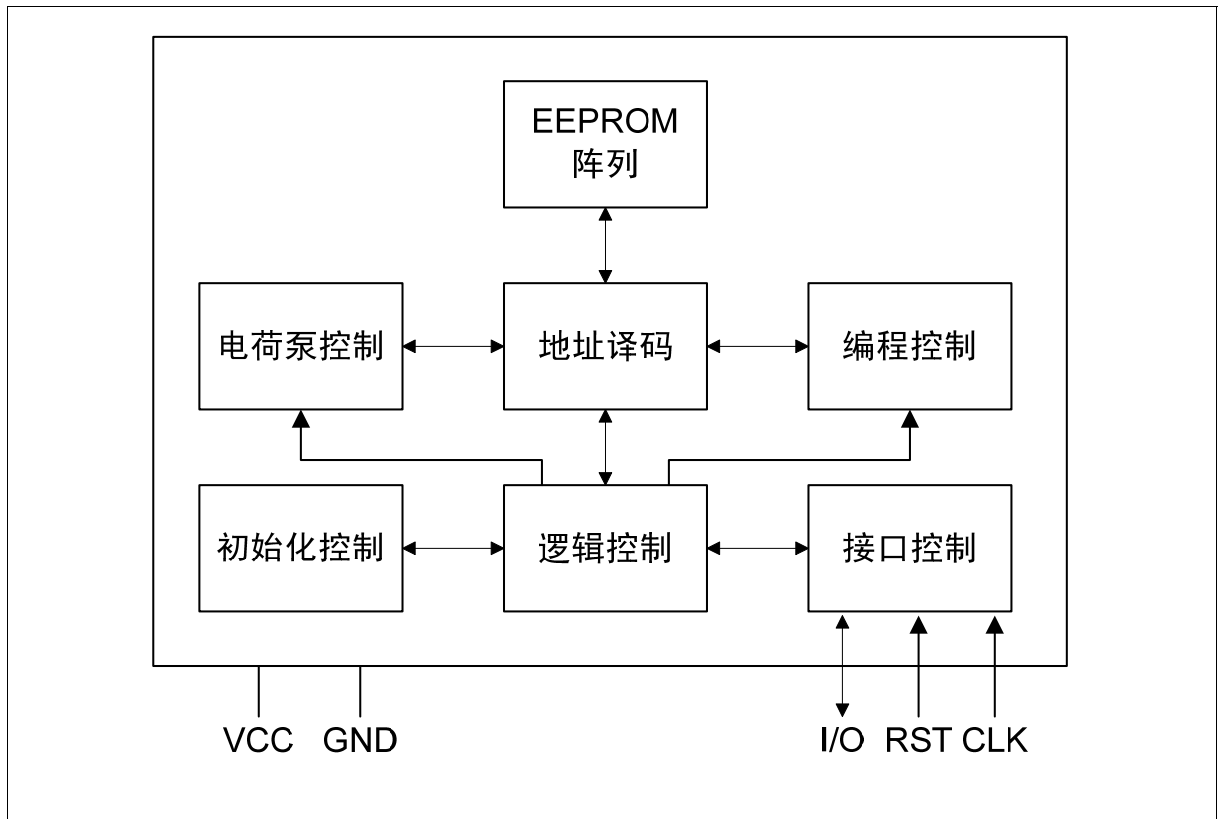


图 2-1 FM4428 功能框图

## 2.2 存储器总览

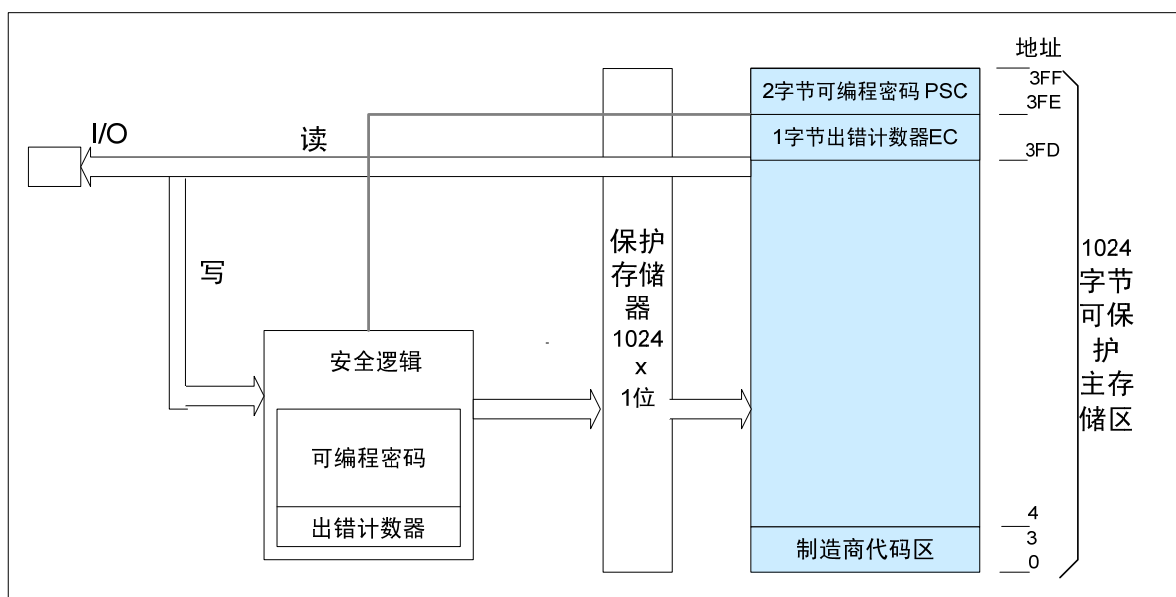


图 2-2 FM4428 存储器总览

## 2.3 功能描述

FM4428 为一款 8K 位逻辑加密卡电路，具有一个 1024 字节的 EEPROM 主存储区（见图 2-2）和一个 1024 位 PROM 保护存储区。主存储区按字节进行擦除和写入。擦除时，数据字节的 8 位都置为逻辑 1；写入时，EEPROM 各单元的信息，可根据输入数据按位改写成逻辑“0”（EEPROM 中数据与输入的新数据进行逻辑与）。通常，一次数据的改写过程由一次擦除和一次写入过程组成。EEPROM 单元是否真的被擦除和（或）写入取决于主存储区中数据字节和新的数据字节的内容。如果指定位字节的 8 位没有一位需要 0 至 1 的翻转，就跳过擦除操作。在擦除操作完成或者跳过之后，如果不需要 1 至 0 的翻转，就省却写入操作。写或擦除的工作至少需要 5ms。

主存储区的每个字节可以通过写保护存储区中对应的位（出错计数器 EC 字节除外）而不可逆地防止被改写。每个数据字节与保护存储区中的一位相对应，具有相同的地址。保护位一旦写入就不能再擦除。

FM4428 还提供一个对存储区进行写入/擦除操作控制的密码逻辑。为此包含了 1 字节出错计数器 (EC) 和 2 字节可编程密码 (PSC)（见图 2-2）。加电后，除 EC 能写外外，整个存储区只能被读取；对 PSC 字节的读取只能读出全“0”。只有在校验数据和可编程密码 (PSC) 比较相同后才能进行写入和擦除操作。密码比较有八次机会，在八次比较失败后，出错计数器 (EC) 就封锁所有后续的任何尝试，即禁止对电路的任何擦、写操作。

### 2.3.1 复位和复位应答

上电后，芯片进入上电复位(POR)状态，上电复位状态可被复位信号结束。复位信号由 RST 自“0”变“1”开始，至 CLK 自“0”变“1”结束。复位信号可中止任何有效指令。上电复位后必须首先执行读操作，然后再进行其它操作。

复位应答遵循 ISO7816-3 同步传送方式。复位应答自动设置地址计数器为“0”并且送第一个数据位到 I/O 口，随着时钟信号的输入，相继地址的数据可被串行读出（见图 2-3）。

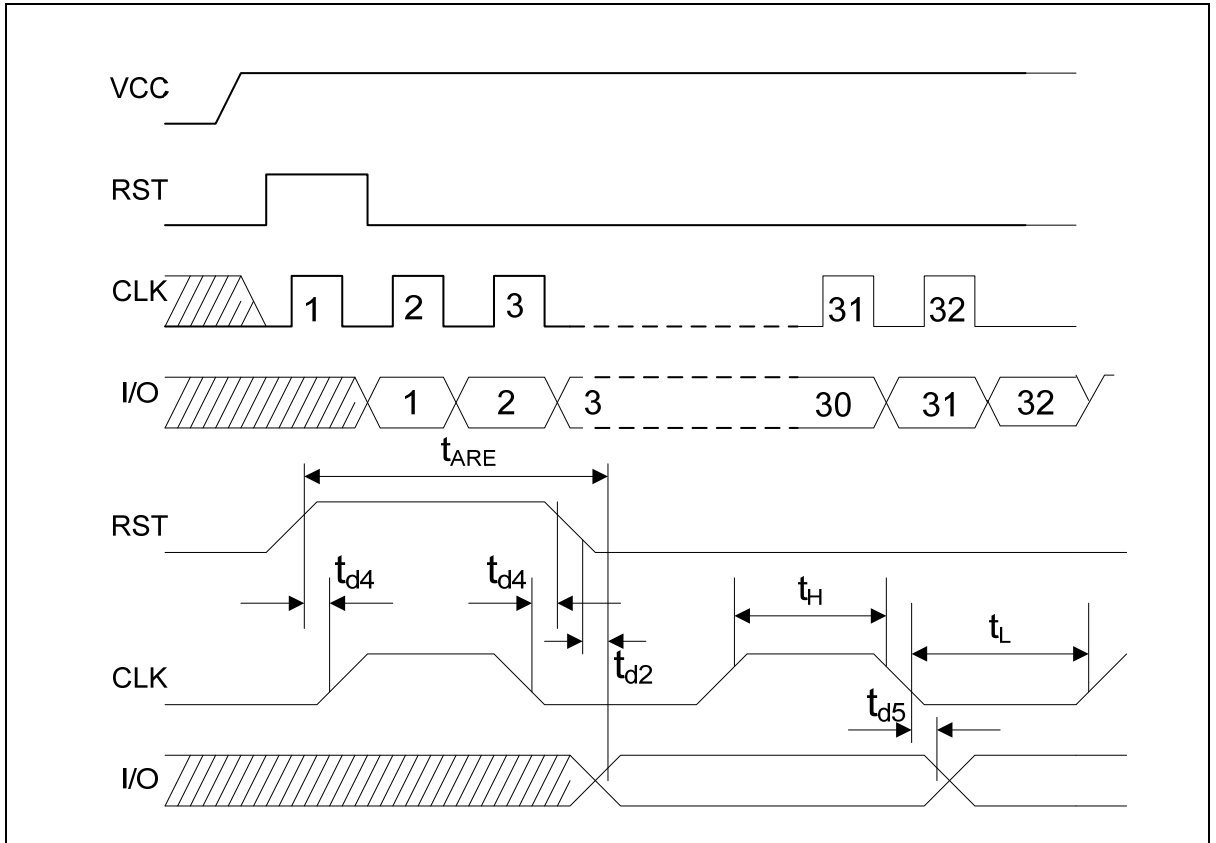


图 2-3 FM4428 复位和复位应答

### 2.3.2 指令格式

芯片通过 I/O 口输入和输出信号，RST 信号控制 I/O 数据方向：

RST=1, I/O 为指令输入方式；

RST=0, I/O 为数据输出方式。

指令具有如下格式：

b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
S	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	D	D	D
0	1	2	3	4	5	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7

指令长度为 24bit，分成 3 个 Byte：

第一个 Byte 中 s0—s5 是指令的控制字；其余两个 bit 和第二个 Byte 组成共 10bit 长度的目的地址 A0—A9；最后一个 Byte 是操作数 D0—D7，在执行读操作的指令中该 Byte 无效（见图 2-4）。

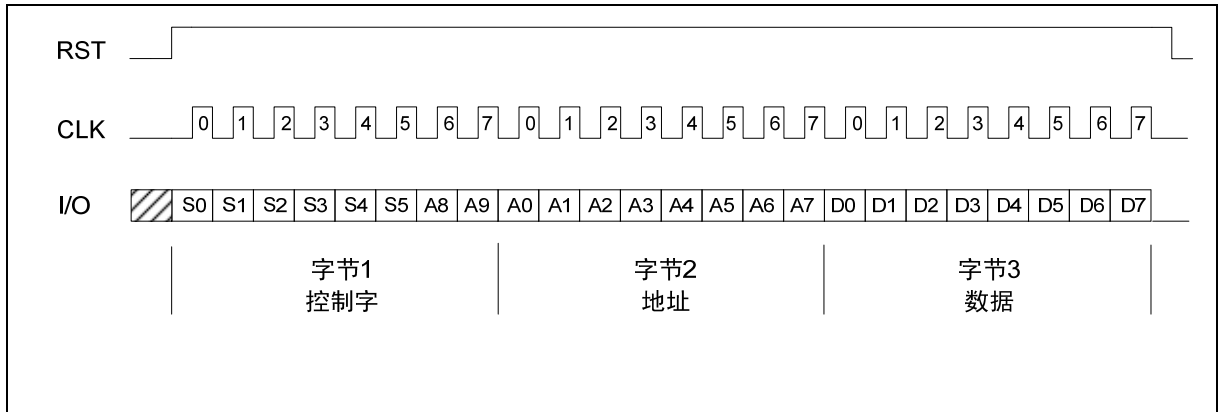


图 2-4 FM4428 命令输入

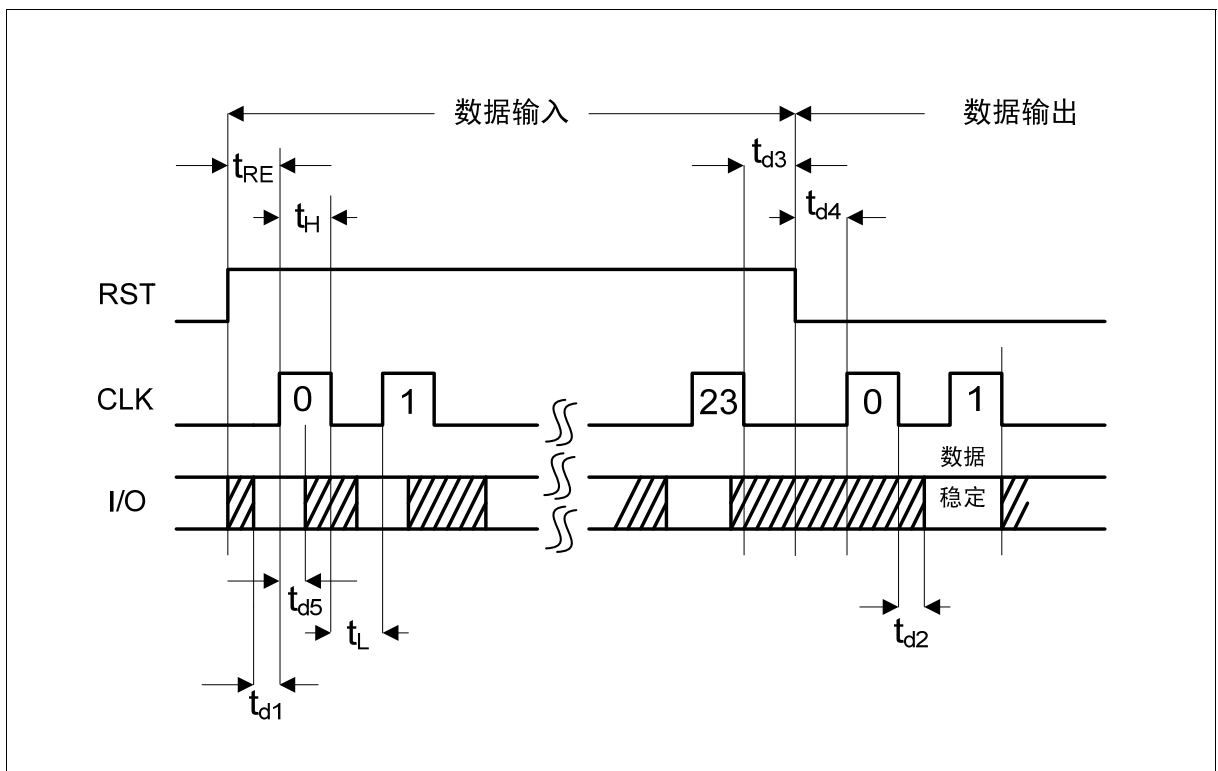


图 2-5 FM4428 时序关系图

### 2.3.3 指令介绍

#### (1) 擦或带保护位写

s0	s1	s2	s3	s4	s5	A8 A9	A0 --- A7	D0 --- D7
1	0	0	0	1	1	地址高二位	地址低八位	输入数据

写入数据同时置写保护位有效，该单元变为只读。

#### (2) 擦或不带保护位写

s0	s1	s2	s3	s4	s5	A8 A9	A0 --- A7	D0 --- D7
1	1	0	0	1	1	地址高二位	地址低八位	输入数据

写入数据，不置写保护位，该单元仍可擦写。

#### (3) 带比较的保护位写

s0	s1	s2	s3	s4	s5	A8 A9	A0 --- A7	D0 --- D7
0	0	0	0	1	1	地址高二位	地址低八位	比较数据

该指令执行时，将输入的比较数据与目的地址单元的内容作比较，如果一致，则把该目的地址单元所对应的保护位写为“0”；如果不一致，则不予改写。

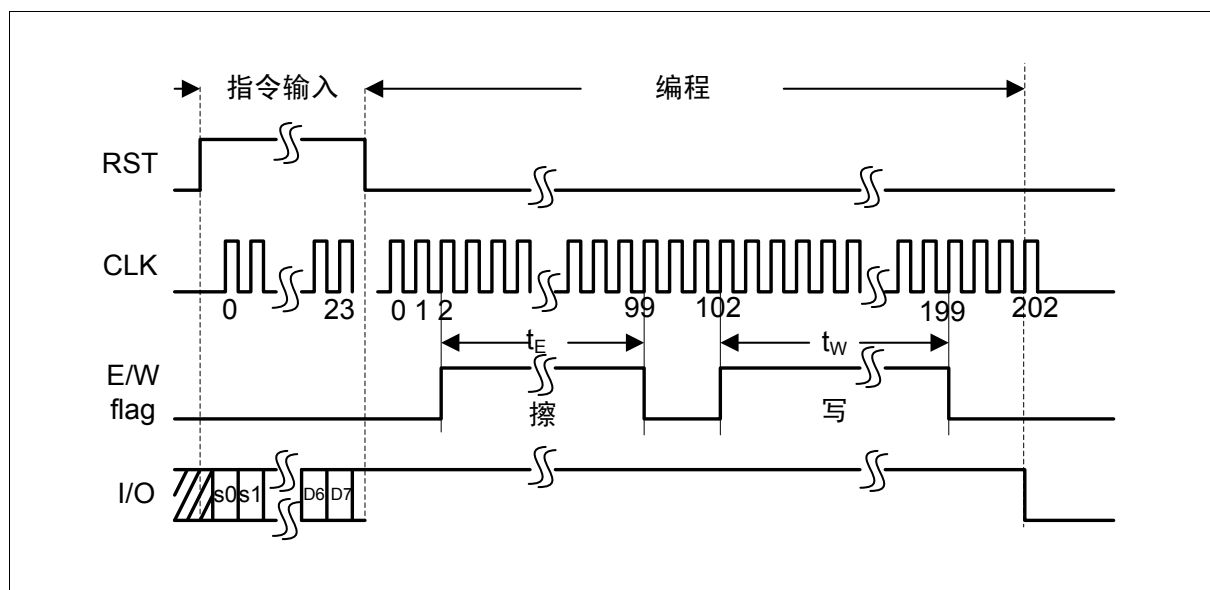


图 2-6 FM4428 擦写操作

若只进行单擦或单写操作，则上图中“擦”“写”部分只存在“擦”或“写”，总周期为 102 个时钟。

#### (4) 带保护位读

s0	s1	s2	s3	s4	s5	A8 A9	A0 --- A7	D0 --- D7
0	0	1	1	0	0	地址高二位	地址低八位	无 效

该指令将目的地址单元的内容和其所对应的保护位一同读出，共 9bit。



**(5) 不带保护位读**

s0	s1	s2	s3	s4	s5	A8	A9	A0 --- A7	D0 --- D7
0	1	1	1	0	0	地址高二位		地址低八位	无 效

该指令将目的地址单元的内容读出，共 8bits。

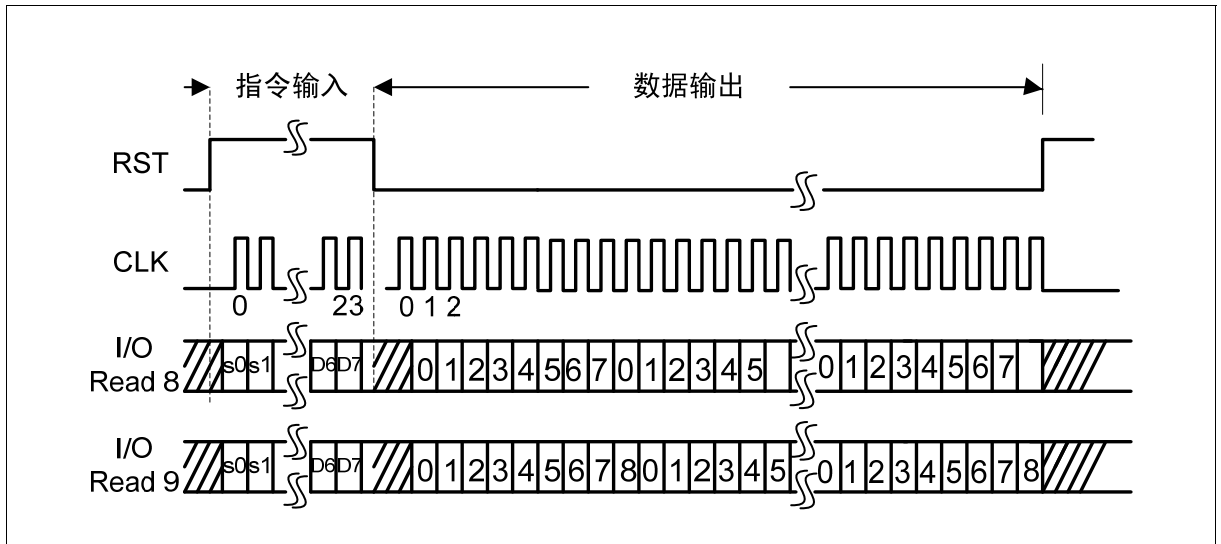


图 2-7 FM4428 读操作（带保护位读和不带保护位读）

**(6) 改写出错计数器**

s0	s1	s2	s3	s4	s5	A8	A9	A0 --- A7	D0 --- D7
0	1	0	0	1	1	1	1	253	屏蔽字

把出错计数器的内容按输入的屏蔽字将一位“1”写为“0”。

**(7) 比较 PSC 字节**

s0	s1	s2	s3	s4	s5	A8	A9	A0 --- A7	D0 --- D7
1	0	1	1	0	0	1	1	254 / 255	PSC 字节 1/字节 2

该指令将输入的 PSC 和 PSC 存储区的内容进行比较。比较通过之后擦写指令才可以进行。

### 2.3.4 PSC认证

芯片内存有 2Byte 的可编程密码 (PSC)，如果用户未能通过 PSC 认证，则除出错计数器 (EC) 可写外，无权执行内存擦和写的操作，只可读取内存中除 PSC 单元之外的内容。

编程安全码的认证过程必须通过以下步骤来实现 (见图 2-8)：

- ◆ 将出错计数器 (地址为“1021”) 内一个“1”写为“0”；
- ◆ 送入第一个 Byte 的 PSC (地址为“1022”)；
- ◆ 送入第二个 Byte 的 PSC (地址为“1023”)；
- ◆ PSC 认证通过后，出错计数器可擦；

PSC 认证是否通过可以从 I/O 口的状态来判断：

- 1). 擦出错计数器指令输入后的第 3 个时钟的上升沿，I/O 口从“1”变化为“0”，则表示 PSC 认证未通过，出错计数器无法擦除；
- 2). 擦出错计数器指令输入后的第 103 个时钟的上升沿，I/O 口从“1”变化为“0”，则表示 PSC 认证通过，出错计数器已经被全部擦成“1”了。

PSC 字节的输入均从最低位至最高位依次送入，PSC 认证通过后，在掉电前除写保护是“0”的单元外，所有内存单元均可擦/可写。

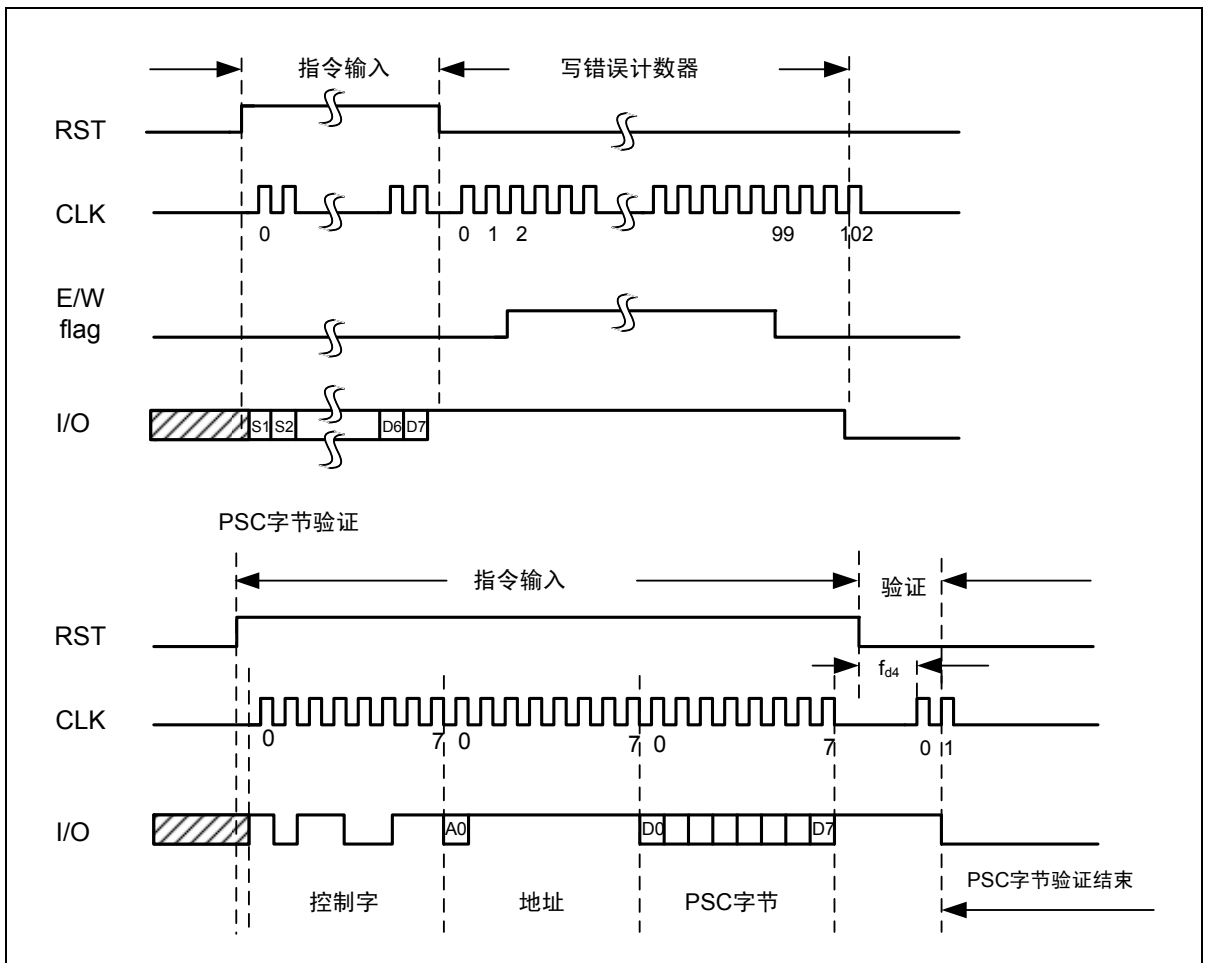


图 2-8 FM4428 PSC 验证

## 3 技术参数

### 3.1 最大额定值

符号	参数	值			单位
		最小	典型	最大	
$V_{CC}$	电源电压	-0.3	-	6	V
$V_i$	输入电压	-0.3	-	6	V
$T_{sto}$	储存温度	-25	-	+85	°C
$P_{tot}$	功耗	-	-	60	mW

### 3.2 工作范围

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
芯片工作温度	$T_A$	-40		+85	°C
模块工作温度	$T_M$	-25		+60	°C
电源电压	$V_{CC}$	2.5	5.0	5.5	V

### 3.3 直流电学特性

若非特别说明, 指标适用于如下工作条件范围:  $T_A=-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ,  $T_M=-25^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=2.5\text{V}\sim 5.5\text{V}$

符号	参数	值			单位
		最小	典型	最大	
$I_{CC}$	电源电流	-	3	10	mA
$V_{ih}$	输入高电平 (I/O, CLK, RST)	$V_{CC}\times 0.7$	-	$V_{CC}$	V
$V_{il}$	输入低电平 (I/O, CLK, RST)	0	-	$V_{CC}\times 0.3$	V
$I_h$	高输入电流 (I/O, CLK, RST)	-		10	$\mu\text{A}$
$I_{ol}$	输出低吸收电流 ( $V_I=0.4\text{V}$ , 开漏)	0.5	-	-	mA
$I_{oh}$	输出高漏电流 ( $V_h=V_{CC}$ , 开漏)	-	-	10	$\mu\text{A}$
$C_i$	输入电容	-	-	10	pF

### 3.4 交流电学特性（见时序图 2-3, 2-5）

若非特别说明，指标适用于如下工作条件范围： $T_A=-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ， $T_M=-25^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC}=2.5\text{V}\sim 5.5\text{V}$

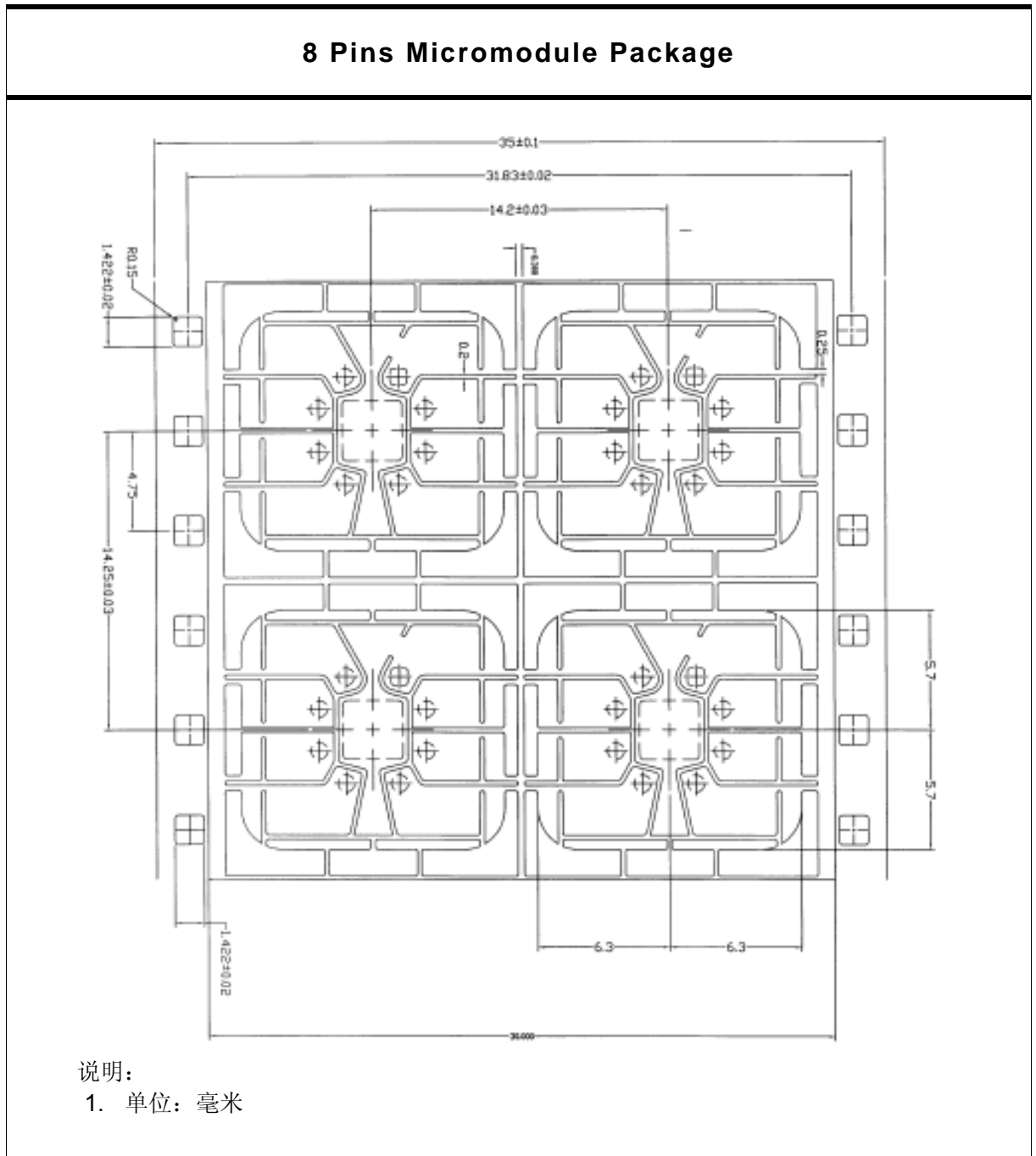
符号	参数	值			单位
		最小	典型	最大	
$f_C$	工作时钟	-	20	-	kHz
$t_{RE}$	复位时间	9	-	-	$\mu\text{s}$
$t_{ARE}$	复位应答时间	20	50	-	$\mu\text{s}$
$t_H$	时钟高电平	10	-	-	$\mu\text{s}$
$t_L$	时钟低电平	10	-	-	$\mu\text{s}$
$t_W$	写时间 ( $f_C=20\text{ kHz}$ )	5	-	-	ms
$t_E$	擦时间 ( $f_C=20\text{ kHz}$ )	5	-	-	ms
$t_{d1}$	建立时间 (D/CLK)	4	-	-	$\mu\text{s}$
$t_{d3}$	建立时间 (CLK/RST)	4	-	-	$\mu\text{s}$
$t_{d4}$	建立时间 (RST/CLK)	4	-	-	$\mu\text{s}$
$t_{d5}$	保持时间 (D/CLK)	4	-	-	$\mu\text{s}$
$t_{d2}$	延迟时间 (CLK/D)	6	-	-	$\mu\text{s}$
$t_R$	上升时间 (I/O, CLK, RST)	-	-	1	$\mu\text{s}$
$t_F$	下降时间 (I/O, CLK, RST)	-	-	1	$\mu\text{s}$



## 4 订货信息

器件代号	封装形式	包装方式	工作温度范围
FM4428-M2	模块封装 (8 引脚)	卷盘装载	-25°C ~ +60°C

## 5 封装信息





## 6 版本信息

版本号	发布日期	页数	章节或图表	更改说明
1.0	2001.6	5		首次发布。
2.0	2007.10	11		更新版式。
2.1	2008.5	11	销售及服务网点	更新香港分公司地址。
3.0	2011.3	16	产品综述 功能描述 技术参数 销售及服务网点	<ol style="list-style-type: none"> <li>增加了存储器总览图、复位和复位应答、PSC 验证时序图、订货信息和封装信息等章节。</li> <li>更新了产品综述和技术参数章节</li> <li>公司更名为“上海复旦微电子集团股份有限公司”</li> <li>更新北办地址</li> </ol>



## 上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务中心

### 上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

### 上海复旦微电子（香港）股份有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

### 北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608 8418 7486

传真：(86-10) 8418 6211

### 深圳办事处

地址：深圳市华强北路圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

电话：(86-0755) 8335 3211 8335 6511

传真：(86-0755) 8335 9011

公司网址：<http://www.fmsh.com/>