

实验三 键盘显示接口

一、 实验目的

1. 了解 MCS51 系列单片机定时器/计数器的工作机理；
2. 了解键盘扫描及编码的工作原理；
3. 掌握键盘显示接口集成芯片 8279 与单片机的硬件连接，及相应编程方法；
4. 掌握单片机内部定时器的编程方法。

二、 实验器材：

微机一台，AEDK 仿真器一套，实验箱一套，示波器一台。

三、 实验原理

1. 定时器/计数器

MCS-51 系列单片机有两个定时器/计数器，即：定时器/计数器 0 和 1。在模式控制寄存器 TMOD 中各有一个控制位 (C/T)，分别用于控制定时器/计数器 0 和 1 是工作在定时器方式还是计数器方式。

选择定时器工作方式时，计数输入是内部时钟脉冲，每个机器周期使寄存器的值加 1。

选择计数器工作方式时，计数脉冲来自相应的外部输入引脚 T0 或 T1，当输入信号由 1 跳变至 0 时，计数寄存器的值加 1。

除了可以选择定时器或计数器工作方式外，每个定时器/计数器还有 4 种操作模式，其中前三种模式对两者都是一样的，只有模式 3 对两者不同。

(1) 模式 0

在通过 TMOD 寄存器把定时器/计数器 0 或 1 置为模式 0 时，它被设置成 13 位的定时器/计数器。TL1 的高三位未用。在此模式下，允许计数的控制逻辑由表达式

$$TR_x \cdot (\overline{GATE} + INT_x) \quad (\text{其中 } x=0 \text{ 或 } 1)$$

的值决定。其值为真时，允许计数。式中 TR_x 是定时器控制寄存器 TCON 的一个控制位，GATE 是模式控制寄存器 TMOD 的一个控制位， INT_x 是两个外部中断的输入端之一。

(2) 模式 1

模式 1 与模式 0 几乎完全相同，唯一的差别是：模式 1 中定时器/计数器是以全 16 位参与操作的。

(3) 模式 2

模式 2 把定时器寄存器 TL_x 配置成一个可以自动重载的 8 位计数器。 TL_x 计数溢出时，不仅使溢出标志置 1，而且还自动把 TH_x 中的内容重装载到 TL_x 中。

(4) 模式 3

在此模式下，定时器/计数器 0 和 1 的工作情况是不同的。对于定时器/计数器 1，设置为模式 3 将使它保持原有的计数值，即如同使它停止计数。对于定时器/计数器 0，设置为模式 3 将使 TL0 和 TH0 成为两个互相独立的 8 位计数器。

2. 定时器/计数器控制和状态寄存器

(1) 模式控制寄存器 TMOD

特殊功能寄存器 TMOD 用于控制定时器/计数器 0 或 1 的工作模式，其定义见表 3.1

表 3.1 TMOD 定义

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

其中 D4---D7 对应定时器/计数器 1，D0---D3 对应定时器/计数器 0，功能说明如下：

GATE 选通门。当 GATE=1 时，只有 INTx 引脚为高电平且 TRx 置 1 时，相应的定时器/计数器才被选通，这时可用于测量 INTx 端出现的正脉冲的宽度。若 GATE=0，则只要 TRx 置 1，定时器/计数器就被选通，而与 INTx 端的电平无关。

C/T 计数器方式和定时器方式选择位。C/T=0 时，设置为定时器方式；C/T=1 时，设置为计数器方式。

表 3.2 工作模式控制位

M1 M0	工 作 模 式
0 0	模式 0。TL _x 的低 5 位与 TH _x 的 8 位构成 13 位定时器/计数器。
0 1	模式 1。TL _x 与 TH _x 构成 16 位定时器/计数器。
1 0	模式 2。TL _x 为 8 位自动重装载定时器/计数器，TH _x 存自动重装载值。
1 1	模式 3。定时器 / 计数器 0，分成两个 8 位计数器。定时器 / 计数器 1，停止计数。

M1 和 M0 工作模式控制位。M1 和 M0 的取值与工作模式的对应关系如表 3.2

(2) 控制寄存器 TCON

与定时器 / 计数器有关的控制寄存器 TCON 之高四位 TF1、TR1、TF0、TR0，其定义见实验二实验原理部分的有关叙述。

3. 8279功能介绍

8279 是可编程的键盘、显示接口芯片。它既具有按键处理功能，又具有自动显示功能，在单片机系统中应用很广泛。8279 内部有键盘 FIFO(先进先出堆栈)/传感器，双重功能的 8*8=64B RAM，键盘控制部分可控制 8*8=64 个按键或 8*8 阵列方式的传

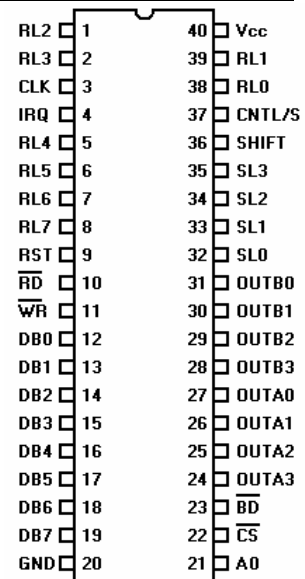


图 3.1 8279 引脚图

感器。该芯片能自动消抖并具有双键锁定保护功能。显示 RAM 容量为 16*8，即显示器最大配置可达 16 位 LED 数码显示。

(1) 数据线

DB0→DB7 是双向三态数据总线，在接口电路中与系统数据总线相连，用以传送 CPU 和 8279 之间的数据和命令。

(2) 地址线

/CS=0 选中 8279，当 A0=1 时，为命令字及状态字地址；当 A0=0 时，为片内数据地址，故 8279 芯片占用 2 个端口地址。

(3) 控制线

CLK: 8279 的时钟输入线。

IRQ: 中断请求输出线，高电平有效。

/RD、/WR: 读、写输入控制线。

SL0—SL3: 扫描输出线，用来作为扫描键盘和显示的代码输出或直接输出线。

RL0—RL7: 回复输入线，它们是键盘或传感器矩阵的信号输入线。

SHIFT: 来自外部键盘或传感器矩阵的输入信号，它是 8279 键盘数据的次高位即 D6 位的状态，该位状态控制键盘上/下档功能。在传感器方式和选通方式中，该引脚无用。

CNTL/S: 控制/选通输入线，高电平有效。键盘方式时，键盘数据最高位 (D7) 的信号输入到该引脚，以扩充键功能；选通方式时，当该引脚信号上升沿到时，把 RL0—RL7 的数据存入 FIFO RAM 中。

OUTA0—OUTA3: 通常作为显示信号的高 4 位输出线。

OUTB0—OUTB3: 通常作为显示信号的低 4 位输出线。

/BD: 显示熄灭输出线，低电平有效。当 /BD=0 时将显示全熄灭。

4. 8279的工作方式

8279 有三种工作方式：键盘方式、显示方式和传感器方式。

(1) 键盘工作方式

8279 在键盘工作方式时，可设置为双键互锁方式和 N 键循环方式。

双键互锁方式：若有两个或多个键同时按下时，不管按键先后顺序如何，只能识别最后一个被释放的键，并把该键值送入 FIFO RAM 中。

N 键循环方式：一次按下任意个键均可被识别，按键值按扫描次序被送入 FIFO RAM 中。

(2) 显示方式

8279 的显示方式又可分为左端入口和右端入口方式。

显示数据只要写入显示 RAM，则可由显示器显示出来，因此显示数据写入显示 RAM 的顺序，决定了显示的次序。

左端入口方式即显示位置从显示器最左端 1 位（最高位）开始，以后显示的字符逐个向右顺序排列；右端入口方式即显示位置从显示器最右端 1 位（最低位）开始，已显示的字符逐个向左移位。但无论左右入口，后输入的总是显示在最右边。

(3) 传感器方式



传感器方式是把传感器的开关状态送入传感器 RAM 中。当 CPU 对传感器阵列扫描时，

一旦发现传感器状态发生变化就发出中断请求（IRQ 置 1），中断响应后转入中断处理程序。

5. 8279的命令字及其格式

（说明：读者也可直接根据本实验讲义第 24 页 8279 命令一览表设置命令字）

8279 的各种工作方式都要通过对命令寄存器的设置来实现。8279 共有 8 种命令，通过这些命令设置工作寄存器，来选择各种工作方式。命令寄存器共 8 位，格式为：

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
							
命令类型			命令内容				

如上图，8279 的一条命令由两大部分组成，一部分表征命令类型，为命令特征位，由命令寄存器高 3 位 D7---D5 决定。D7---D5 三位的状态可组合出 8 种形式，对应 8 类命令。另一部分为命令的具体内容，由 D4---D0 决定。每种特征所代表的命令如表 3.3 所示

表 3.3 8279 命令特征表

D7	D6	D5	代表的命令类型
0	0	0	键盘/显示命令
0	0	1	时钟编程命令
0	1	0	读 FIFO/传感器 RAM 命令
0	1	1	读显示器 RAM 命令
1	0	0	写显示命令
1	0	1	显示禁止/熄灭命令
1	1	0	清除命令
1	1	1	结束中断/出错方式设置命令

下面详细说明各种命令中，D4---D0 各位的设置方法，以便确定各种命令字。

(1) 键盘/显示命令

特征位 D7 D6 D5=000

D4、D3 两位用来设定 4 种显示方式，D2---D0 三位用以设定 8 种键盘/显示扫描方式，分别如表 3.4 和表 3.5 所示。

表 3.4 显示方式

D4	D3	显示方式
0	0	8 个字符显示，左端入口方式
0	1	16 个字符显示，左端入口方式
1	0	8 个字符显示，右端入口方式
1	1	16 个字符显示，右端入口方式

表 3.5 键盘/显示扫描方式

D2	D1	D0	键盘、显示扫描方式
0	0	0	编码扫描键盘，双键锁定
0	0	1	译码扫描键盘，双键锁定
0	1	0	编码扫描键盘，N 键轮回
0	1	1	译码扫描键盘，N 键轮回
1	0	0	编码扫描传感器矩阵
1	0	1	译码扫描传感器矩阵
1	1	0	选通输入，编码显示扫描
1	1	1	选通输入，译码显示扫描

表 3.5 中所谓译码扫描指扫描代码直接由扫描线 SL0---SL3 输出，每次只有 1 位是低电平（4 选 1）。所谓编码扫描是指扫描代码经 SL0---SL3 外接译码器输出。

由于键盘最大 8*8=64 个键，由 SL0---SL2 接 3---8 译码器，译码器的 8 位输出作为键盘扫描输出线（列线），RL0---RL7 为输入线（行线）。

8279 最多驱动 16 位显示器，故可由 SL0---SL3 接 4---16 译码器，译码器的 16 位输出作为显示扫描输出线（16 选 1），决定第几位显示。显示字段码由 OUTA0---OUTA3 和 OUTB0---OUTB3 输出。

表 3.3、表 3.4、表 3.5 三个表相互组合可得到各种键盘显示命令。

例 1: 若希望设置 8279 为键盘译码扫描方式、N 键轮回，显示 8 个字符、右端入口方式，确定其命令字。

根据题目要求可进行分析，因为具有下列条件：

是键盘/显示命令特征位：D7 D6 D5=000（表 3.3）；

8 个字符右端入口显示：D4 D3=10（表 3.4）；

键盘译码扫描，N 键轮回：D2 D1 D0=011（表 3.5）；

所以 8 位命令寄存器状态 D7---D0=00010011B，即该命令字 13H 送入命令寄存器口地址则可满足题目要求。

例 2: 若已知命令字为 08H，判断 8279 工作方式。

因为命令字为 08H 即 D7---D0=00001000B，显然 D7 D6 D5=000，该条命令为键盘/显示命令，D4D3=01 为 16 字符左端入口显示方式，D2D1D0=000，键盘为编码扫描、双键锁定方式。

(2) 时钟编程命令

特征位 D7 D6 D5=001

D4---D0 用来设定分频系数，分频系数范围在 0---31 之间。

有的设计会用单片机的 ALE 端接 8279 的 CLK 端，但 ALE 端输出的脉冲频率比 8279 所需工作时钟频率（100KHz）高出很多，通过设置分频系数就可使 8279 得到所需的时钟频率。（**注意：**实验板上 8279 的 CLK 并不直接连到 ALE）。

例: 若 8279 CLK 的输入信号频率为 3.1 MHz，则分频系数应为 31D=1FH，于是

D4---D0=11111，则控制字为：D7---D0=00111111B=3FH

(3) 读 FIFO/传感器 RAM 命令。

特征位 D7 D6 D5=010

D2---D0 为 8279 中 FIFO 及传感器 RAM 的首地址。

D3 无效位。

D4 控制 RAM 地址自动加 1 位：D4=1 时，CPU 读完一个数据，RAM 地址自动加 1，准备读下一个单元数据；D4=0 时，CPU 读完一个数据，地址不变。

例：欲编程使单片机连续读 8279 内 FIFO/传感器 RAM 中 000---111 单元的数据，设置读命令。

分析：因为要连续读数，地址又连续。所以最好设置为自动加 1 方式，即 D4=1，RAM 内首地址 000 即 D2---D0=000，再加上特征位，所以该命令控制字为：D7---D0=01010000B=50H（无用位 D3 设为 0）。送入 50H 控制字，在执行读命令时，先从 FIFO/传感器 RAM 中 000 单元读数，读完一个数，地址自动加 1，又从 001 单元读数，依次类推，

直到读完所需数据。

(4) 读显示 RAM 命令

特征位 D7 D6 D5=011

D4=1 RAM 地址自动加 1，D4=0 不加 1。

D3---D0 为显示 RAM 中的地址。

例：欲读显示 RAM 中 1000 单元地址，求命令字。

分析：因为只读一个数，地址不需自动加 1，即设置 D4=0，特征位为 011，地址为 1000，所以其控制命令字为 D7---D0=01101000B=68H。

(5) 写显示 RAM 命令

特征位 D7 D6 D5=100。

D4 是地址自动加 1 控制，D4=1，地址自动加 1；D4=0，地址不加 1。D3---D0 是欲写入的 RAM 地址，若连续写入则表示 RAM 首地址。命令格式同读显示 RAM。

(6) 显示器禁止写入/熄灭命令

特征位 D7 D6 D5=101

D4：无用位。

D3：禁止 A 组显示 RAM 写入，D3=1，禁止。

D2：禁止 B 组显示 RAM 写入，D2=1，禁止。

D1：A 组显示熄灭控制。D1=1，熄灭；D1=0，恢复显示。

D0：B 组显示熄灭控制。D0=1，熄灭；D0=0，恢复显示。

利用该命令可以控制 A、B 两组显示器，哪组继续显示，哪组被熄灭。

例：假设 A、B 两组灯均已被点亮，现在希望 A 组灯继续亮，B 组灯熄灭，确定其命令字。

分析：根据命令格式，A 组灯继续亮应禁止 A 组 RAM 再写入其他数据，故 D3=1；B 组显示熄灭 D0=1，除特征位外其余位设为“0”。故其控制命令字为 D7---D0=10101001B=A9H。

(7) 清除（显示 RAM 和 FIFO 中的内容）命令

特征位 D7 D6 D5=110

D0 为总清除特征位，D0=1 把显示 RAM 和 FIFO 全部清除。

D1=1 清除 FIFO 状态，使中断输出线复位，传感器 RAM 的读出地址清 0。

D4—D2：设定清除显示 RAM 的方式，如表 3.6 所示。

表 3.6 清除显示 RAM 方式

D4	D3 D2	清除方式
1	0 X	将全部显示 RAM 清为 0
	1 0	将显示 RAM 置为 20H (A 组=0010, B 组=0000)
	1 1	将显示 RAM 置为 FFH
0	D0=0, 不清除; D0=1, 仍按上述方式清除	

例：将全部显示 RAM 清 0，其命令字为：D7---D0=11010001B=D1H

(8) 结束中断/出错方式设置命令

特征位 D7 D6 D5=111

D4=1 时（其 D3---D0 位任意）有两种不同作用。

第一：在传感器方式，用此命令结束传感器 RAM 的中断请求。

因为在传感器工作方式时，每当传感器状态发生变化，扫描电路自动将传感器状态写入传感器 RAM，同时发出中断申请，即将 IRQ 置高电平，并禁止再写入传感器 RAM。中断响应后，从传感器 RAM 读走数据进行中断处理，但中断标志 IRQ 的撤除分两种情况。若读 RAM 地址自动加 1 标志位为“0”，中断响应后 IRQ 自动变低，撤消中断申请；若读 RAM 地址自动加 1 标志位为“1”，中断响应后 IRQ 不能自动变低，必须通过结束中断命令来撤消中断请求。

第二：在设定为键盘扫描 N 键轮回方式时作为特定错误方式设置命令。

在键盘扫描 N 键轮回工作方式，又给 8279 写入结束中断/错误方式命令，则 8279 将以一种特定的错误方式工作，即在 8279 消抖周期内，如果发现多个按键同时按下，则将 FIFO 状态字中错误特征位置“1”，并发出中断请求阻止写入 FIFO RAM。

根据上述 8 种命令可以确定 8279 的工作方式。在 8279 初始化时把各种命令送入命令地址口，根据其特征位可以把命令存入相应的命令寄存器，执行程序时 8279 能自动寻址相应的命令寄存器。

6. 8279 的状态字及其格式

状态字显示出 8279 的工作状态。状态字和 8 种命令字共用一个地址口。当 A0=1 时，从 8279 命令/状态口地址读出的是状态字。状态字各位意义如下：

D7: D7=1 表示显示无效，此时不能对显示 RAM 写入。

D6: D6=1 表示至少有一个键闭合；在特殊错误方式时有多键同时按下错误。

D5: D5=1 表示 FIFO RAM 已满，再输入一个字则溢出。

D4: D4=1 表示 FIFO RAM 中已空，无数据可读。

D3: D3=1 表示 FIFO RAM 中数据已满。

D2---D0: FIFO RAM 中数据个数。

显然，状态字主要用于键盘和选通工作方式，以指示 FIFO RAM 中的字符数及有无错误发生。

7. 8279数据输入/输出格式

对 8279 输入/输出数据不仅要先确定地址口，而且数据存放也要按一定格式，其格式在键盘和传感器方式有所不同。

(1) 键盘扫描方式数据输入格式

键盘的行号、列号及控制键位置如下：

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CNTL	SHIFT	SL2	SL1	SL0	由 RL _x 的 x 决定		

D7: 控制键 “CNTL” 状态。

D6: 控制键 “SHIFT” 状态。

D5 D4 D3: 被按键所在列号 (由 SL0—SL2) 状态确定)。

D2 D1 D0: 被按键所在行号 (由 RL0—RL7) 状态确定)。

(2) 传感器方式及选通方式数据输入格式

此种方式 8 位输入数据为 RL0—RL7 的状态。格式如下：

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
RL7	RL6	RL5	RL4	RL3	RL2	RL1	RL0

8. 8279译码和编码方式

8279 的内、外译码由键盘/显示命令字的最低位 D0 选择决定。

D0=1 选择内部译码，也称为译码方式，SL0—SL3 每时刻只能有一位为低电平。此时 8279 只能接 4 位显示器和 4×8 矩阵式键盘。

D0=0 选择内部编码，也称为编码方式，SL0—SL3 为计数分频式波形输出，显示方式可外接 4—16 译码器驱动 16 位显示器。键盘方式可接 3—8 译码器，构成 8×8 矩阵式键盘。

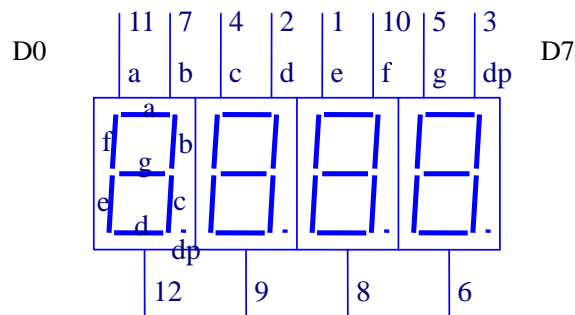


图 3.2 四位 LED — 5461AH (共阴极) 管脚示意图
(实物数码显示器的左下角为 1 号引脚，逆时针排序)

四、参考程序

Z8279 EQU 0FF82H ;8279 状态/命令口地址
D8279 EQU 0FF80H ;8279 数据口地址

```

LEDCLS EQU 0D1H ;显示 RAM 全部清除
LEDWR0 EQU 90H ;写显示 RAM 方式: 从 0000B 单元写入, 写完地址自加一。
LEDFEQ EQU XXH ;定分频系数
; 提示: 定分频系数首先要了解 EXP51 实验板电路 8279 芯片 CLK 端输入的时钟频率
LEDMOD EQU XXH ;右端入口、8 位字符显示、双键锁定、内部编码扫描方式
;=====/*主程序开始*/=====
    ORG 0000H
    AJMP START

    ORG 0050H
START:
    MOV SP,#60H
    LCALL INIT8279 ;初始化 8279

;/*键盘查询*/.
KEYBOARD:
    MOV DPTR,#Z8279
    MOVX A,@DPTR
    ANL A,#0FH
    JZ KEYBOARD

    MOV DPTR,#D8279
    MOVX A,@DPTR
    LCALL DISP_NUM
    AJMP KEYBOARD
;=====/*主程序结束*/=====

;=====/*8279 初始化*/=====
INIT8279:
    MOV DPTR,#Z8279
    MOV A,#LEDCLS ;清除 LED 显示
    MOVX @DPTR,A

INIT82791:
    MOVX A,@DPTR
    JB ACC.7,INIT82791
    MOV A,#LEDMOD ;置 8279 工作方式
    MOVX @DPTR,A

    MOV A,#LEDFEQ
    MOVX @DPTR,A

    MOV A,#LEDWR0
    MOVX @DPTR,A

    RET
;=====/*8279 初始化结束*/=====

;=====/*显示模块*/=====
DISP_NUM:
    MOV DPTR,#LEDSEG
    MOVC A,@A+DPTR ;查表

```

```

MOV    DPTR,#D8279
MOVX   @DPTR,A           ;显示数据
RET
;=====/*显示模块结束*/=====

;/*段码表*/
LEDSEG:  DB    3FH,06H,5BH,4FH,66H,6DH,7DH,07H ;'0,1,2,3,4,5,6,7'
         DB    7FH,6FH,77H,7CH,39H,5EH,79H,71H ;'8,9,A,B,C,D,E,F'
         DB    3EH,40H,00H,08H                ;'U,-,.,_
        END
;=====/*程序结束*/=====

```

五、 实验内容

1. 按下任意数字键(0---9)，使显示器以右端入口方式显示所输入的数字。
2. 利用 T0 或 T1 定时器设计功能较完整的时钟或秒表，显示格式为 HH-MM-SS（即 时-分-秒）或 XX.XX（精确到 1% 秒）。
3. （选做）利用本实验条件，设计一个小实验，以估测在本实验数码显示器发光条件下的视觉暂留时间。（提示：测量视觉暂留时间可有多种方法。此处要求从在本实验中怎样使 8 位数码显示器 “同时显示” 的有关电路和程序中命令参数的设置来考虑。）

六、 实验报告附加要求

1. 画出实验内容 2 或 3 的程序流程图。
2. 简要注释实验内容 2 或 3 的主要程序段。
3. 分析影响电子钟精度的因素，并做误差分析。

附:

8279 命令功能一览表

D7 D6 D5	D4	D3	D2	D1	D0
命令类型	命令内容				
0 0 0 键盘/显示	0	0	0	0	0
	左端入口	8 字符显示	双键锁定		内编码扫描
			0	1	
			N 键轮回		
	1	1	1	0	1
右端入口	16 字符显示	传感器矩阵		内译码扫描	
		1	1		
		选通输入扫描显示			
0 0 1 时钟编程	X	X	X	X	X
分频系数取值为: 2-31					
0 1 0 读 FIFO/传感器 RAM	X	X	X	X	X
	1-地址自加 1 0-地址不变	(不用)	定 8279 中 FIFO 及传感器 RAM 的首地址 (000-111B 共 8 个单元)		
0 1 1 读显示器 RAM 内容	X	X	X	X	X
	1-地址自加 1 0-地址不变	读显示器 RAM 内容 (0000-1111B 共 16 个单元)			
1 0 0 写显示 RAM	X	X	X	X	X
	1-地址自加 1 0-地址不变	写显示器 RAM (0000-1111B 共 16 个单元)			
1 0 1 显示禁止/熄灭	X	1	1	1	1
	(不用)	禁止写 A 组显示 RAM	禁止写 B 组显示 RAM	A 组熄灭	B 组熄灭
1 1 0 清除显示 RAM 和 FIFO	1	0	X	1	1
	允许清除	显示 RAM 全部清为 0		FIFO 成空状态, 中断输出线复位, 传感器 RAM 读出地址置 0	全部清除
		1	0		
		显示 RAM 置为 20H (A 组=0010B, B 组=0000B)			
		1	1		
	显示 RAM 置为 FFH				
	0	X	X	X	1
	按 D2、D3 决定的方式清除				
0	X	X	X	X	0
不清除					
1 1 1 结束中断/出错方式设置	1	X	X	X	X
A. 在传感器方式, 用此命令结束传感器 RAM 的中断请求。 B. 在键盘扫描 N 键轮回方式, 用此命令设置特定错误方式。					