

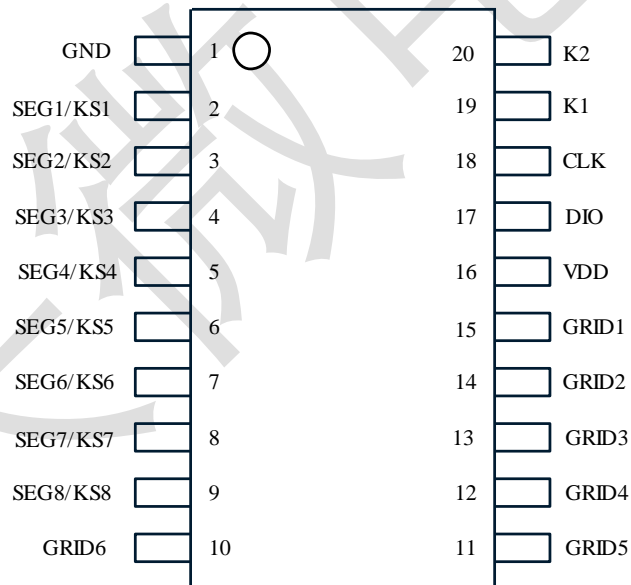
一、概述

TM1637 是一种带键盘扫描接口的LED（发光二极管显示器）驱动控制专用电路，内部集成有MCU 数字接口、数据锁存器、LED 高压驱动、键盘扫描等电路。本产品性能优良，质量可靠。主要应用于电磁炉、微波炉及小家电产品的显示屏驱动。采用DIP/SOP20的封装形式。

二、功能特点

- 采用功率CMOS 工艺
- 显示模式（8 段×6 位），支持共阳数码管输出
- 键扫描（8×2bit），增强型抗干扰按键识别电路
- 辉度调节电路（占空比 8 级可调）
- 两线串行接口（CLK，DIO）
- 振荡方式：内置RC 振荡
- 内置上电复位电路
- 内置自动消隐电路
- 封装形式：DIP20/SOP20

三、管脚定义



四、管脚功能

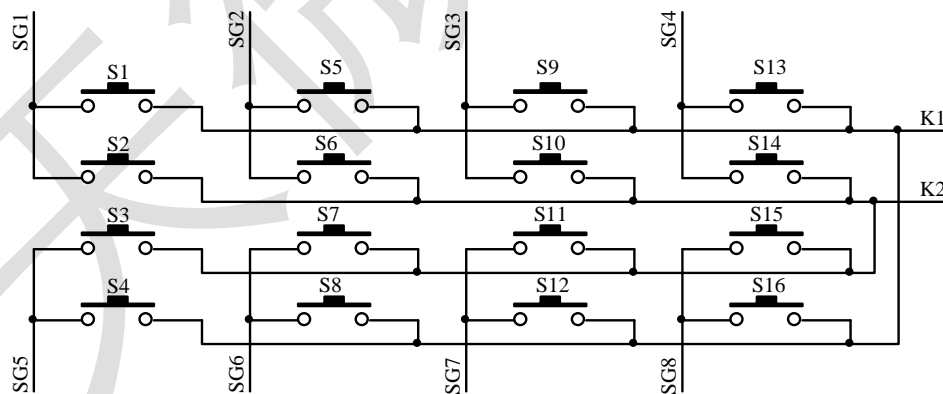
| 符号 | 管脚名称 | 管脚号 | 说明 |
|-------------|---------|-------|---|
| DIO | 数据输入/输出 | 17 | 串行数据输入/输出，输入数据在 SLCK 的低电平变化，在 SCLK 的高电平被传输，每传输一个字节芯片内部都将在第八个时钟下降沿产生一个 ACK |
| CLK | 时钟输入 | 18 | 在上升沿输入/输出数据 |
| K1~K2 | 键扫数据输入 | 19-20 | 输入该脚的数据在显示周期结束后被锁存 |
| SG1~SG8 | 输出（段） | 2-9 | 段输出（也用作键扫描），N 管开漏输出 |
| GRID6~GRID1 | 输出（位） | 10-15 | 位输出，P 管开漏输出 |
| VDD | 逻辑电源 | 16 | 接电源正 |
| GND | 逻辑地 | 1 | 接系统地 |



在干燥季节或者干燥使用环境内，容易产生大量静电，静电放电可能会损坏集成电路，天微电子建议采取一切适当的集成电路预防处理措施，如果不正当的操作和焊接，可能会造成ESD损坏或者性能下降，芯片无法正常工作。

五、读键扫数据

键扫矩阵为 8×2bit，如下所示：



在有按键按下时，读键数据如下：

| | SG1 | SG2 | SG3 | SG4 | SG5 | SG6 | SG7 | SG8 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K1 | 1110_1111 | 0110_1111 | 1010_1111 | 0010_1111 | 1100_1111 | 0100_1111 | 1000_1111 | 0000_1111 |
| K2 | 1111_0111 | 0111_0111 | 1011_0111 | 0011_0111 | 1101_0111 | 0101_0111 | 1001_0111 | 0001_0111 |

▲注意：在无按键按下时，读键数据为：1111_1111，低位在前，高位在后。由于在电磁炉等厨房电器应用中，由于干扰较强，为改善这个问题，TM1637 采用负沿触发方式解决误触发现象，即所谓“跳键”现象，TM1637 不支持组合按键。

六、显示寄存器地址

该寄存器存储通过串行接口从外部器件传送到TM1637 的数据，地址00H-05H共6个字节单元，分别与芯片SGE和GRID管脚所接的LED灯对应，分配如下图：

写LED显示数据的时候，按照从显示地址从低位到高位，从数据字节的低位到高位操作。

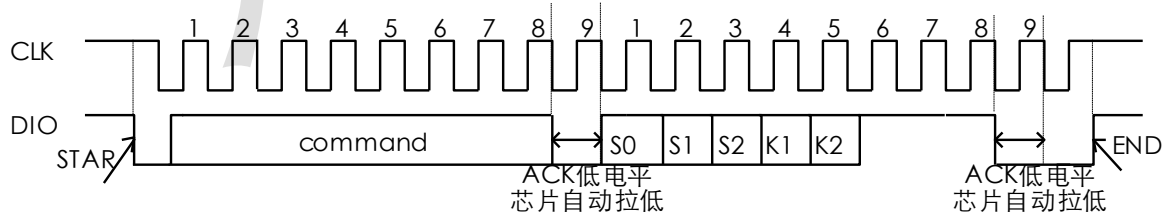
| SEG1 | SEG2 | SEG3 | SEG4 | SEG5 | SEG6 | SEG7 | SEG8 | |
|------------|------|------|------|------------|------|------|------|-------|
| xxHL (低四位) | | | | xxHU (高四位) | | | | |
| B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | |
| 00HL | | | | 00HU | | | | GRID1 |
| 01HL | | | | 01HU | | | | GRID2 |
| 02HL | | | | 02HU | | | | GRID3 |
| 03HL | | | | 03HU | | | | GRID4 |
| 04HL | | | | 04HU | | | | GRID5 |
| 05HL | | | | 05HU | | | | GRID6 |

七、接口说明

微处理器的数据通过两线总线接口和 TM1637 通信，在输入数据时当 CLK 是高电平时，DIO 上的信号必须保持不变；只有 CLK 上的时钟信号为低电平时，DIO 上的信号才能改变。数据输入的开始条件是 CLK 为高电平时，DIO 由高变低；结束条件是 CLK 为高时，DIO 由低电平变为高电平。

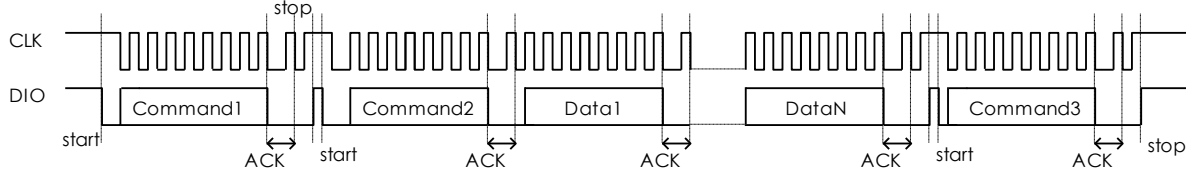
TM1637 的数据传输带有应答信号 ACK，当传输数据正确时，会在第八个时钟的下降沿，芯片内部会产生一个应答信号 ACK 将 DIO 管脚拉低，在第九个时钟结束之后释放 DIO 口线。

1、指令数据传输过程如下图（读按键数据时序）



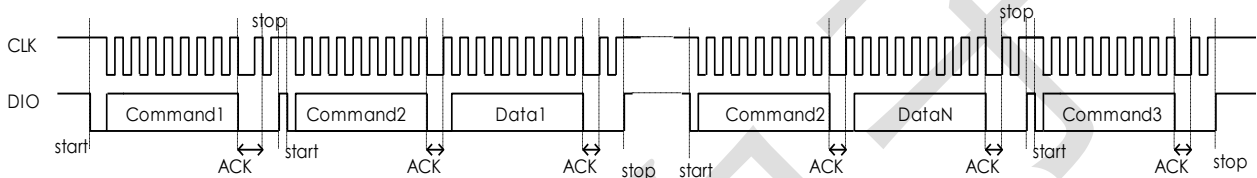
Command: 读按键指令；S0、S1、S2、K1、K2 组成按键信息编码，S0、S1、S2 为 SGn 的编码，K1、K2 为 K1 和 K2 键的编码，读按键时，时钟频率应小于 250K，先读低位，后读高位。

2、写 SRAM 数据地址自动加 1 模式



Command1: 设置数据
 Command2: 设置地址
 Data1~N: 传输显示数据
 Command3: 控制显示

3、写 SRAM 数据固定地址模式



Command1: 设置数据
 Command2: 设置地址
 Data1~N: 传输显示数据
 Command3: 控制显示

八、数据指令

指令用来设置显示模式和LED 驱动器的状态。

在CLK下降沿后由DIO输入的的第一个字节作为一条指令。经过译码，取最高B7、B6两位比特位以区别不同的指令。

| B7 | B6 | 指令 |
|----|----|----------|
| 0 | 1 | 数据命令设置 |
| 1 | 0 | 显示控制命令设置 |
| 1 | 1 | 地址命令设置 |

如果在指令或数据传输时发送STOP命令，串行通讯被初始化，并且正在传送的指令或数据无效（之前传送的指令或数据保持有效）

1、数据命令设置

该指令用来设置数据写和读，B1和B0位不允许设置01或11。

| MSB | | | | LSB | | | | 功能 | 说明 |
|-----|----|-------------|----|-----|----|----|----|------------------|-----------|
| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | | |
| 0 | 1 | 无关项， 填 0 | | | | 0 | 0 | 数据读写模式 设置 | 写数据到显示寄存器 |
| 0 | 1 | | | | | 1 | 0 | | 读键扫数据 |
| 0 | 1 | | | | | 0 | | 地址增加模式 设置 | 自动地址增加 |
| 0 | 1 | | | | | 1 | | | 固定地址 |
| 0 | 1 | | | | 0 | | | 测试模式设置 (内部使用) | 普通模式 |
| 0 | 1 | | | | 1 | | | | 测试模式 |

2、地址命令设置

| MSB | | | | LSB | | | | 显示地址 |
|-----|----|---------|----|-----|----|----|----|------|
| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | |
| 1 | 1 | 无关项，填 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 00H |
| 1 | 1 | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 01H |
| 1 | 1 | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 02H |
| 1 | 1 | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 03H |
| 1 | 1 | | | 0 | 1 | 0 | 0 | 04H |
| 1 | 1 | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 05H |

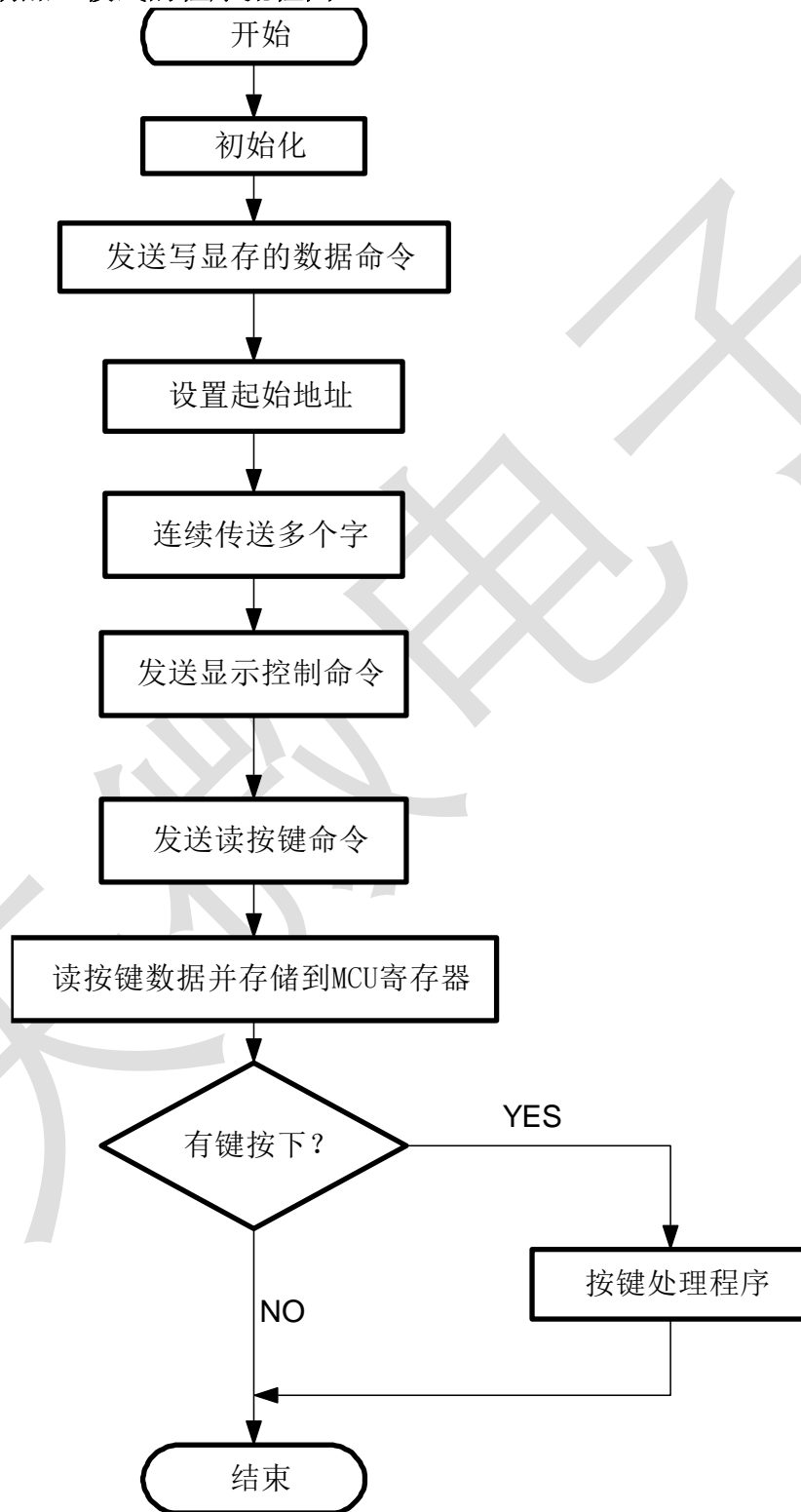
该指令用来设置显示寄存器的地址：如果地址设为0C6H 或更高，数据被忽略，直到有效地址被设定；上电时，地址默认设为00H。

3、显示控制

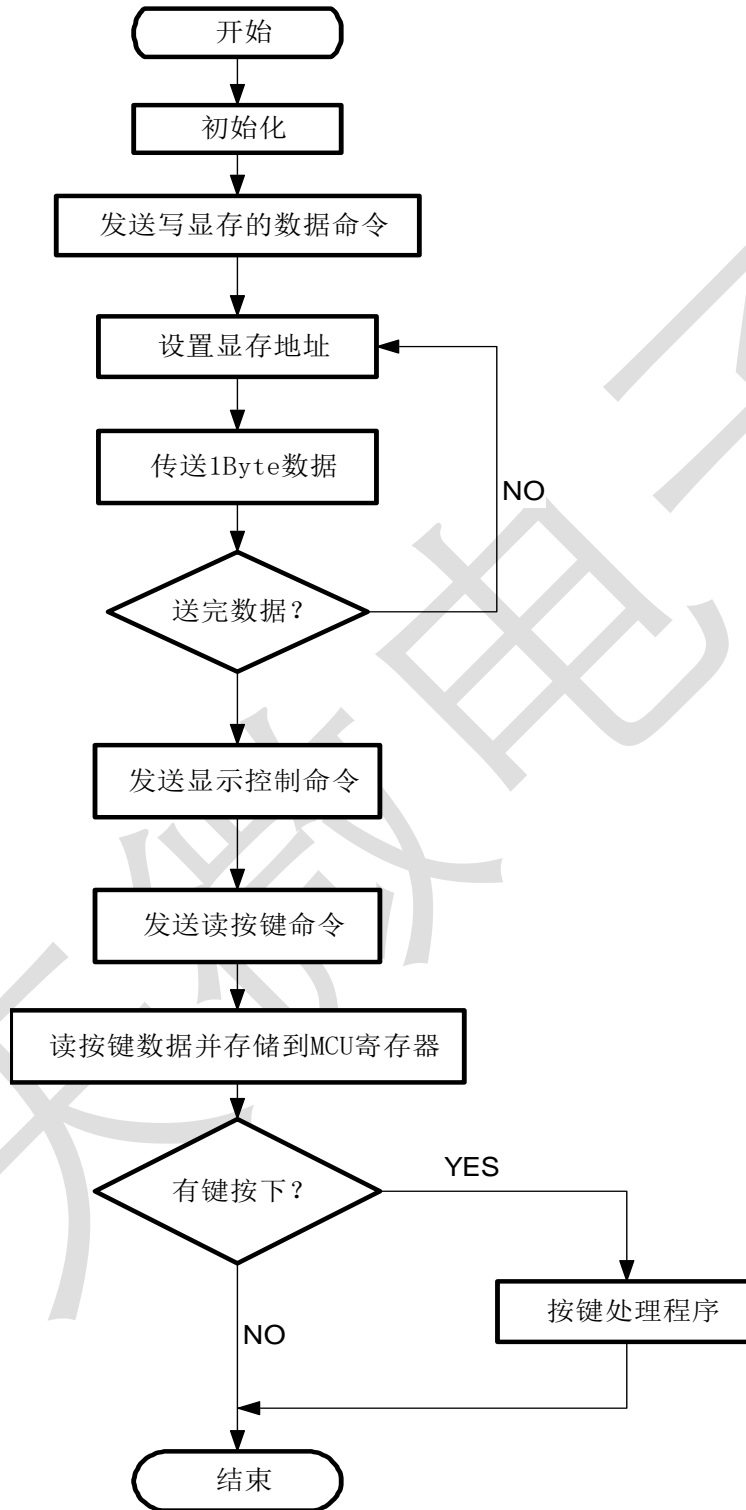
| MSB | | | | LSB | | | | 功能 | 说明 |
|-----|----|-------------|----|-----|----|----|----|--------|---------------|
| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | | |
| 1 | 0 | 无关项， 填 0 | | | 0 | 0 | 0 | 消光数量设置 | 设置脉冲宽度为 1/16 |
| 1 | 0 | | | | 0 | 0 | 1 | | 设置脉冲宽度为 2/16 |
| 1 | 0 | | | | 0 | 1 | 0 | | 设置脉冲宽度为 4/16 |
| 1 | 0 | | | | 0 | 1 | 1 | | 设置脉冲宽度为 10/16 |
| 1 | 0 | | | | 1 | 0 | 0 | | 设置脉冲宽度为 11/16 |
| 1 | 0 | | | | 1 | 0 | 1 | | 设置脉冲宽度为 12/16 |
| 1 | 0 | | | | 1 | 1 | 0 | | 设置脉冲宽度为 13/16 |
| 1 | 0 | | | | 1 | 1 | 1 | | 设置脉冲宽度为 14/16 |
| 1 | 0 | | | | 0 | | | | 显示关 |
| 1 | 0 | | | 1 | | | | 显示开 | |

九、程序流程图

1、采用地址自动加一模式的程序流程图

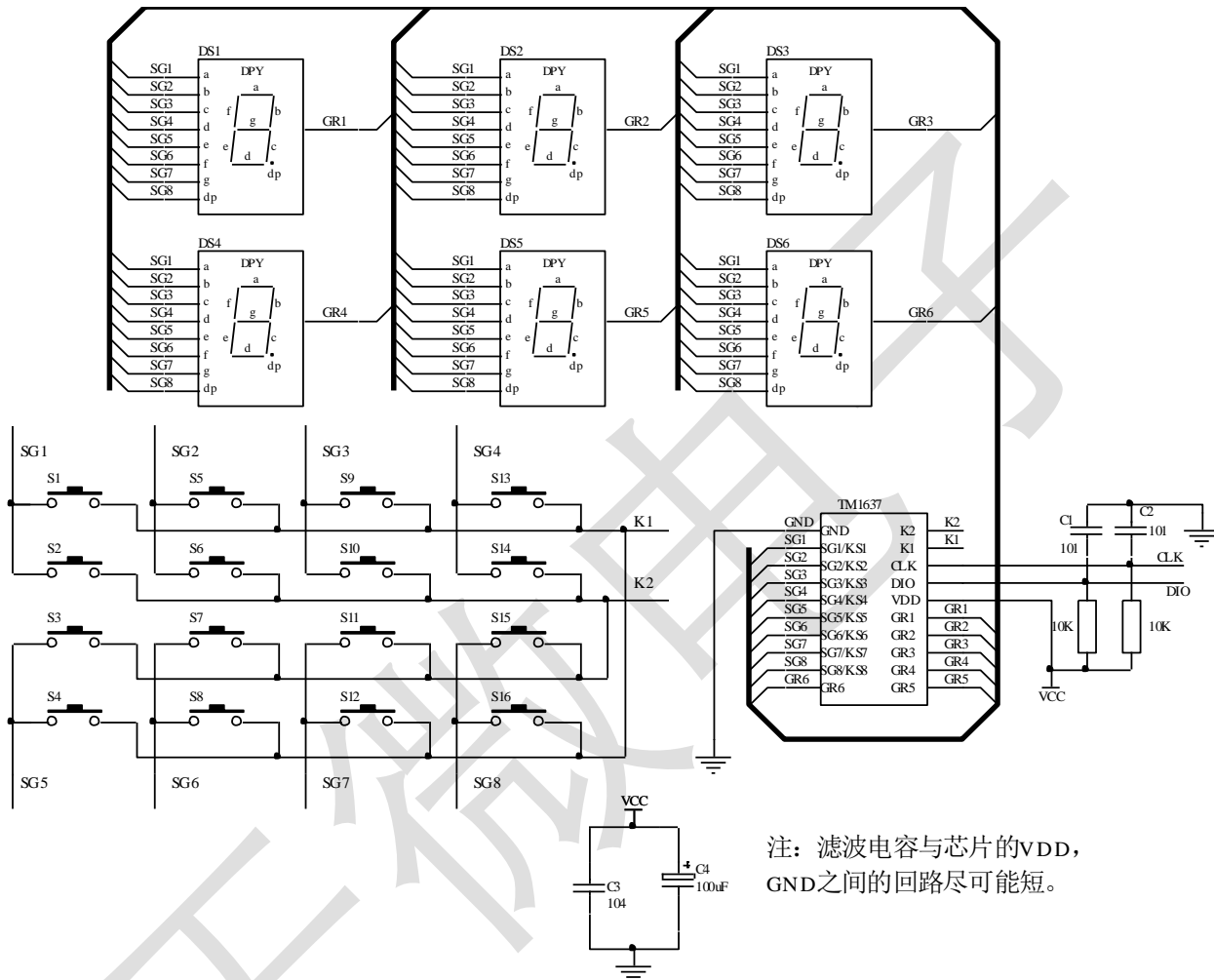


2、采用固定地址的程序设计流程图



十、硬件连接图

电路图中所接数码管为共阳数码管



十一、电气参数

 1、极限参数 ($T_a = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{SS} = 0\text{ V}$)

| 参数 | 符号 | 范围 | 单位 |
|----------------|------------------|------------------|----|
| 逻辑电源电压 | VDD | -0.5 ~ +7.0 | V |
| 逻辑输入电压 | V _{I1} | -0.5 ~ VDD + 0.5 | V |
| LED SEG 驱动灌电流 | I _{O1} | 50 | mA |
| LED GRID 驱动拉电流 | I _{O2} | 200 | mA |
| 功率损耗 | PD | 400 | mW |
| 工作温度 | T _{opt} | -40 ~ +85 | °C |
| 储存温度 | T _{stg} | -65 ~ +150 | °C |

 2、正常工作范围 ($T_a = -40\sim+85^{\circ}\text{C}$, $V_{SS} = 0\text{ V}$)

| 参数 | 符号 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 | 测试条件 |
|---------|-----------------|---------|----|---------|----|------|
| 逻辑电源电压 | VDD | | 5 | | V | - |
| 高电平输入电压 | V _{IH} | 0.7 VDD | - | VDD | V | - |
| 低电平输入电压 | V _{IL} | 0 | - | 0.3 VDD | V | - |

 3、电气特性 ($T_a = -40\sim+85^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5\text{ V}$, $V_{SS} = 0\text{ V}$)

| 参数 | 符号 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 | 测试条件 |
|--------------|--------------------|----|-----|-----|----|---|
| GRID驱动拉电流 | I _{oh1} | 80 | 120 | 180 | mA | GRID1~GRID6, V _O = vdd-2V |
| | I _{oh2} | 80 | 140 | 200 | mA | GRID1~GRID6, V _O = vdd-3V |
| SEG驱动灌电流 | I _{OL1} | 20 | 30 | 50 | mA | SEG1~SEG8 V _O =0.3V |
| DOUT脚输出低电平电流 | I _{dout} | 4 | - | - | mA | V _O = 0.4V, dout |
| 高电平输出电流容许量 | I _{tolsg} | - | - | 5 | % | V _O = VDD - 3V, GRID1~GRID6 |

| | | | | | | |
|---------|--------|------------|------|------------|-----|----------------|
| 输入上拉电阻 | RL | | 10 | | K Ω | K1~K2 |
| 输入电流 | II | - | - | ±1 | μ A | VI = VDD / VSS |
| 高电平输入电压 | VIH | 0.7 VDD | - | | V | CLK, DIN |
| 低电平输入电压 | VIL | - | - | 0.3 VDD | V | CLK, DIN |
| 滞后电压 | VH | - | 0.35 | - | V | CLK, DIN |
| 动态电流损耗 | IDDdyn | - | - | 5 | mA | 无负载, 显示关 |

4、开关特性 (Ta = -40~+85℃, VDD = 4.5 ~ 5.5 V)

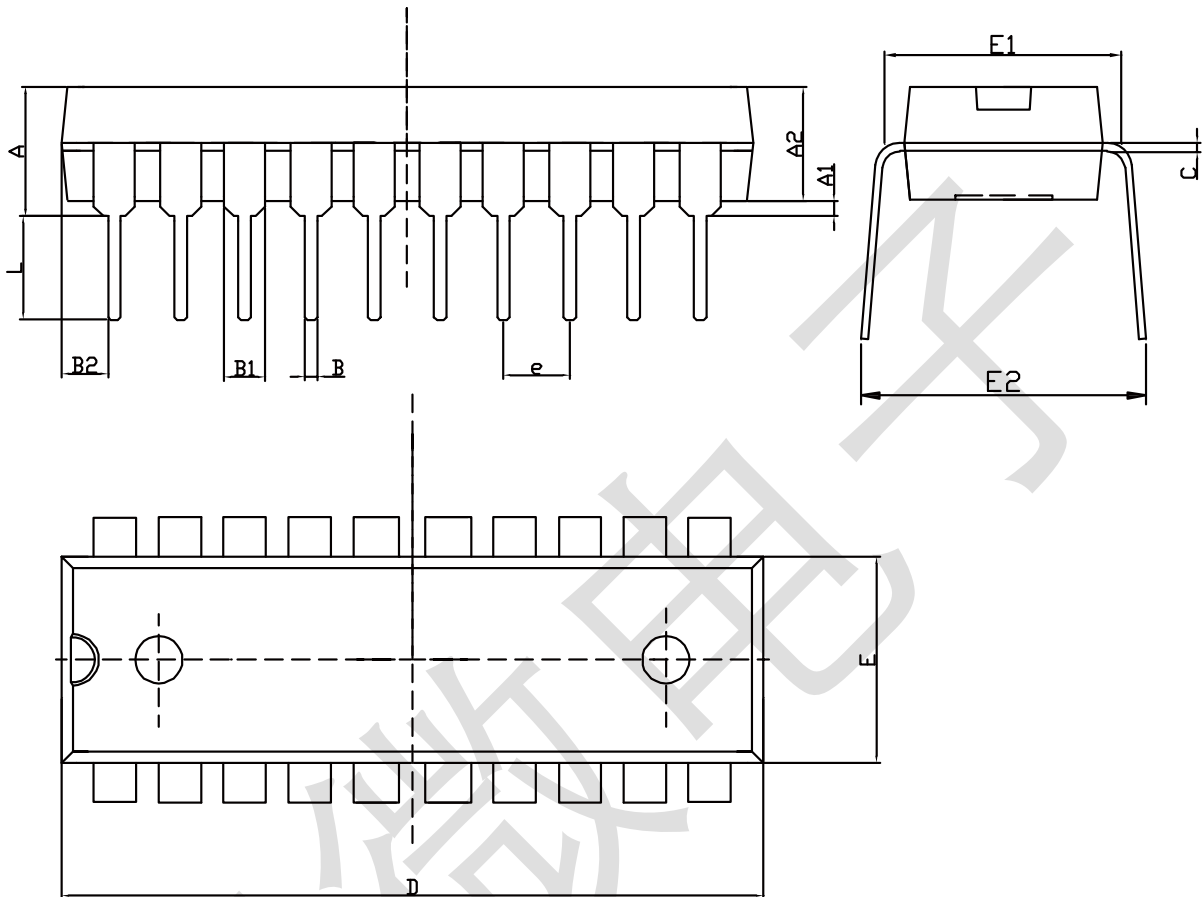
| 参数 | 符号 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 | 测试条件 |
|--------|--------|----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| 振荡频率 | fosc | - | 450 | - | KHz | |
| 传输延迟时间 | tPLZ | - | - | 300 | ns | CLK → DIO |
| | tPZL | - | - | 100 | ns | CL = 15pF, RL = 10K Ω |
| 上升时间 | TTZH 1 | - | - | 2 | μ s | CL = 300pF GRID1~ GRID6 |
| | TTZH 2 | - | - | 0.5 | μ s | |
| 下降时间 | TTHZ | - | - | 120 | μ s | CL = 300pF, Segn, Gridn |
| 最大时钟频率 | Fmax | - | - | 500 | KHz | 占空比50% |
| 输入电容 | CI | - | - | 15 | pF | - |

5、时序特性 (Ta = -40 ~+85℃, VDD = 4.5 ~ 5.5 V)

| 参数 | 符号 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 | 测试条件 |
|--------|--------|-----|----|----|-----|---------------|
| 时钟脉冲宽度 | PWCLK | 400 | - | - | ns | - |
| 数据建立时间 | tSETUP | 100 | - | - | ns | - |
| 数据保持时间 | tHOLD | 100 | - | - | ns | - |
| 等待时间 | tWAIT | 1 | - | - | μ s | CLK ↑ → CLK ↓ |

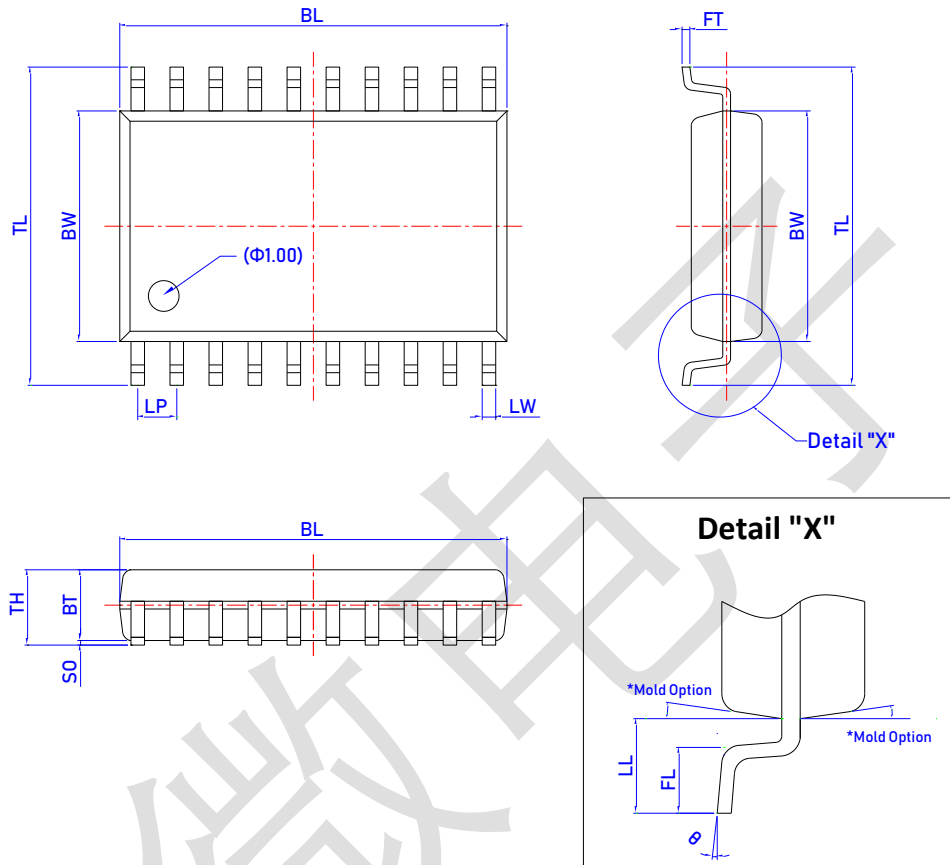
十二、IC封装示意图

DIP20



| 符号 | 单位：毫米 | | |
|----|-------------|-------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 3.71 | 4.00 | 4.31 |
| A1 | 0.50 | 0.60 | 0.80 |
| A2 | 3.20 | 3.40 | 3.60 |
| B | 0.33 | 0.45 | 0.53 |
| B1 | 1.525 (TYP) | | |
| C | 0.20 | 0.28 | 0.36 |
| D | 25.70 | 26.00 | 26.54 |
| E | 6.20 | 6.40 | 6.75 |
| E1 | 7.32 | 7.78 | 8.25 |
| e | 2.54 (TYP) | | |
| L | 3.00 | 3.30 | 3.60 |
| E2 | 8.20 | 8.70 | 9.10 |
| B2 | 0.87 | 1.02 | 1.17 |

SOP20



Dimensions

| Item | BL | BW | TL | LW | LP | FT | BT | SO | TH | LL | FL | θ |
|------|---------------------------|------------------------|---------------------------|--------------|--------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|---------------|------------------------|------------------------|---------------|
| 表示 | 总长 | 胶体宽度 | 跨度 | 脚宽 | 脚间距 | 脚厚 | 胶体厚度 | 站高 | 胶体高度 | 单边长 | 脚长 | 脚角度 |
| Unit | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | ° |
| Spec | 12.70 (12.60) 12.50 | 7.55 (7.50) 7.45 | 10.50 (10.35) 10.20 | 0.440 TYP | 1.270 TYP | 0.300 (0.250) 0.200 | 2.40 (2.30) 2.20 | 0.250 (0.150) 0.100 | 2.550 Max. | 1.50 (1.40) 1.30 | 0.90 (0.80) 0.70 | 8 (4) 0 |

All specs and applications shown above subject to change without prior notice.
(以上电路及规格仅供参考, 如本公司进行修正, 恕不另行通知。)