

一、概述

TM1651 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SOP16/DIP16的封装形式。

二、特性说明

- 采用功率CMOS 工艺
- 显示模式（7字段×4 位），支持共阳数码管输出
- 键扫描（7×1bit），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）
- 串行接口（CLK，DIO）
- 振荡方式：内置RC 振荡（450KHz+5%）
- 内置上电复位电路
- 内置自动消隐电路
- 封装形式：DIP16/SOP16

三、管脚定义

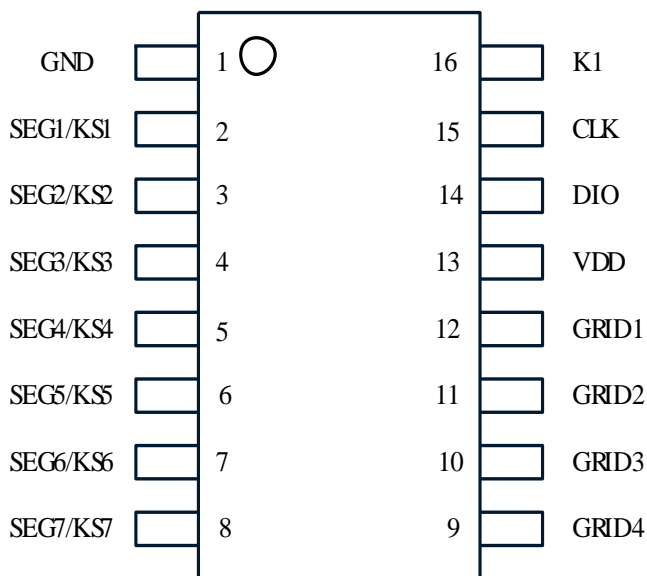


图1 管脚定义

四、管脚功能定义

| 符号 | 管脚名称 | 管脚号 | 说明 |
|-------------|---------|------|--|
| DIO | 数据输入/输出 | 14 | 串行数据输入/输出，输入数据在 CLK 的低电平变化，在 CLK 的高电平被传输，每传输一个字节芯片内部都将在第九个时钟产生一个 ACK |
| CLK | 时钟输入 | 15 | 在上升沿输入/输出数据 |
| K1 | 键扫数据输入 | 16 | 输入该脚的数据在显示周期结束后被锁存 |
| SEG1~SEG7 | 输出（段） | 2~8 | 段输出（也用作键扫描），N 管开漏输出 |
| GRIG4~GRIG1 | 输出（位） | 9~12 | 位输出，P 管开漏输出 |
| VDD | 逻辑电源 | 13 | 接电源正 |
| VSS | 逻辑地 | 1 | 接系统地 |

五、显示寄存器地址

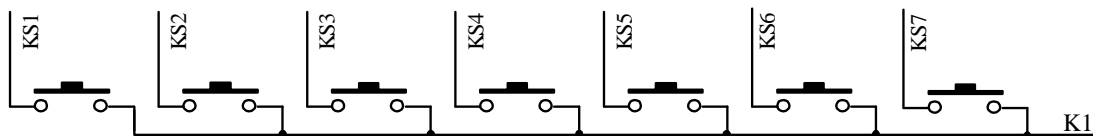
该寄存器存储通过串行接口从外部器件传送到TM1651 的数据，地址00H~03H共4个字节单元，分别与芯片SEG和GRID管脚所接的LED灯对应，分配如下图：

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 | X | |
|-----------|------|------|------|-----------|------|------|----|-------|
| 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 |

六、键扫描和键扫数据寄存器

键扫矩阵为 $7 \times 1\text{bit}$ ，如下所示：



在有按键按下时，读键数据如下：

| | SEG1/KS1 | SEG2/KS2 | SEG3/KS3 | SEG4/KS4 | SEG5/KS5 | SEG6/KS6 | SEG7/KS7 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| K1 | 1110_1111 | 0110_1111 | 1010_1111 | 0010_1111 | 1100_1111 | 0100_1111 | 1000_1111 |

▲注意：在无按键按下时，读键数据为：1111_1111, 低位在前，高位在后。

七、指令说明

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DI0输入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 |

7.1 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 |

7.2 地址命令设置

该指令用来设置显示寄存器的地址；如果地址设为0C4H 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。

| MSB | | | | LSB | | | | |
|-----|----|-------------|----|-----|----|----|----|------|
| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | 显示地址 |
| 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 |

7.3 显示控制：

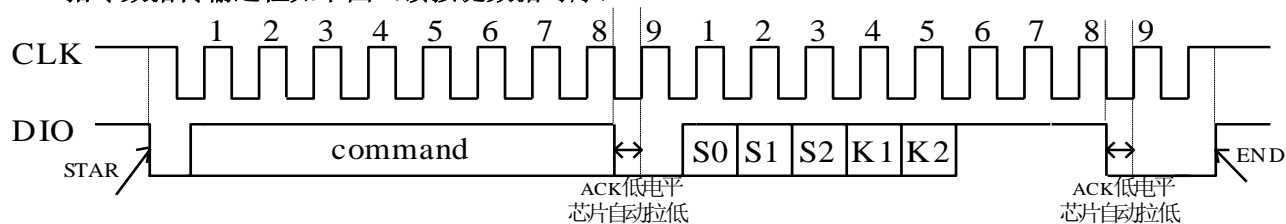
| MSB | | | | LSB | | | | 功能 | 说明 |
|-----|----|-------------|----|-----|----|----|----|--------|---------------|
| B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 | | |
| 1 | 0 | 无关项， 填 0 | | | 0 | 0 | 0 | 灰度设置 | 设置脉冲宽度为 1/16 |
| 1 | 0 | | | | 0 | 0 | 1 | | 设置脉冲宽度为 2/16 |
| 1 | 0 | | | | 0 | 1 | 0 | | 设置脉冲宽度为 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 | | | | 显示开关设置 | 显示关 |
| 1 | 0 | | | 1 | | | | | 显示开 |

八、串行数据传输格式

微处理器的数据通过两线总线接口和 TM1651 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。

TM1651 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，在第九个时钟的上升沿释放 DIO 口线。

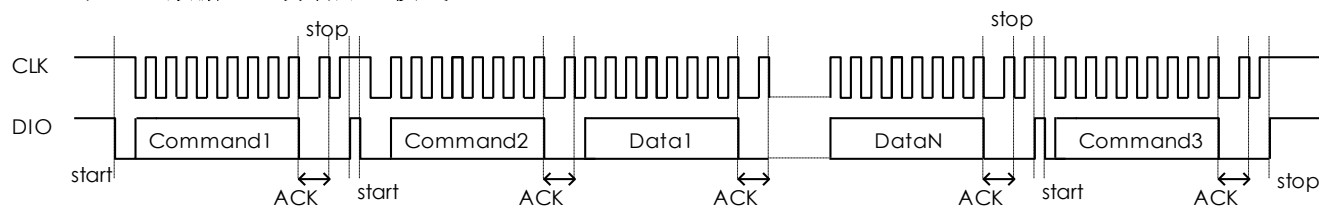
8.1 指令数据传输过程如下图（读按键数据时序）



Command: 读按键指令。

S0、S1、S2、K1 组成按键信息编码，S0、S1、S2 为 SG 的编码，K1、K2 为 K1 键的编码。读按键时，CLK 时钟频率应小于 250K，先读低位，后读高位。

8.2 写 SRAM 数据地址自动加 1 模式



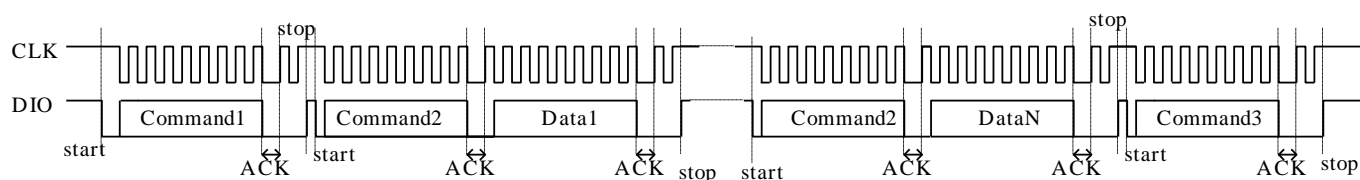
Command1: 设置数据

Command2: 设置地址

Data1~N: 传输显示数据

Command3: 控制显示

8.3 写 SRAM 数据固定地址模式



Command1: 设置数据

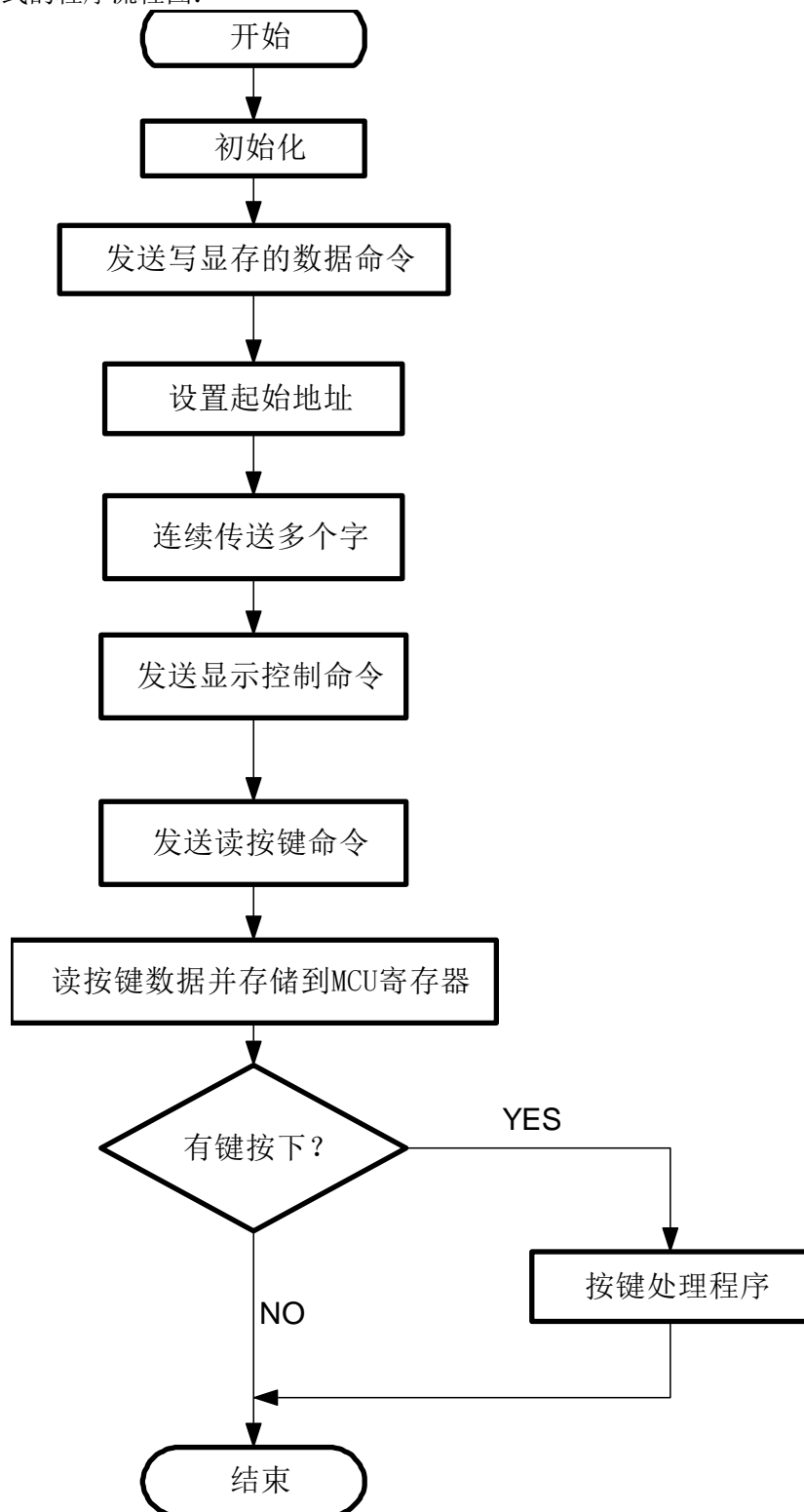
Command2: 设置地址

Data1~N: 传输显示数据

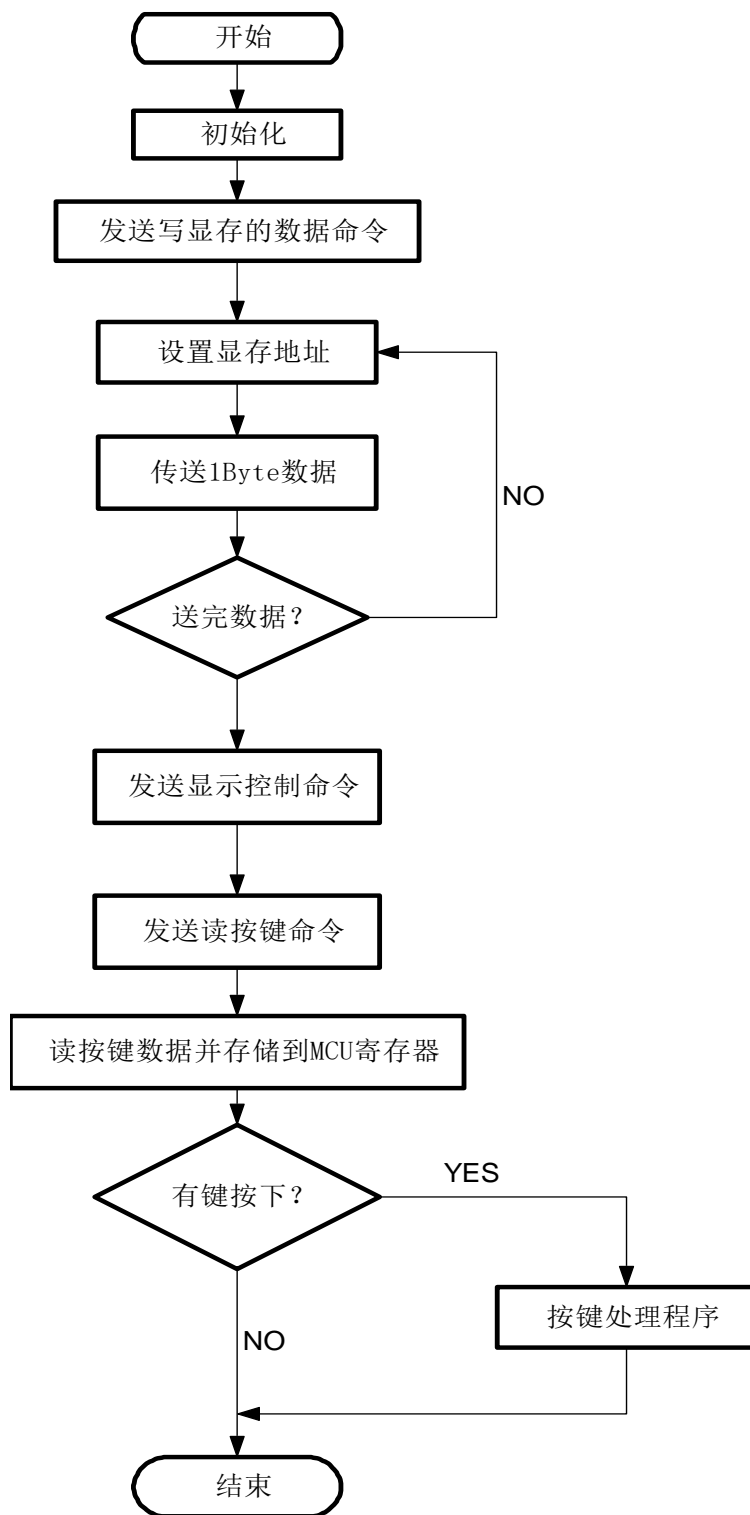
Command3: 控制显示

九、程序流程图

采用地址自动加一模式的程序流程图：

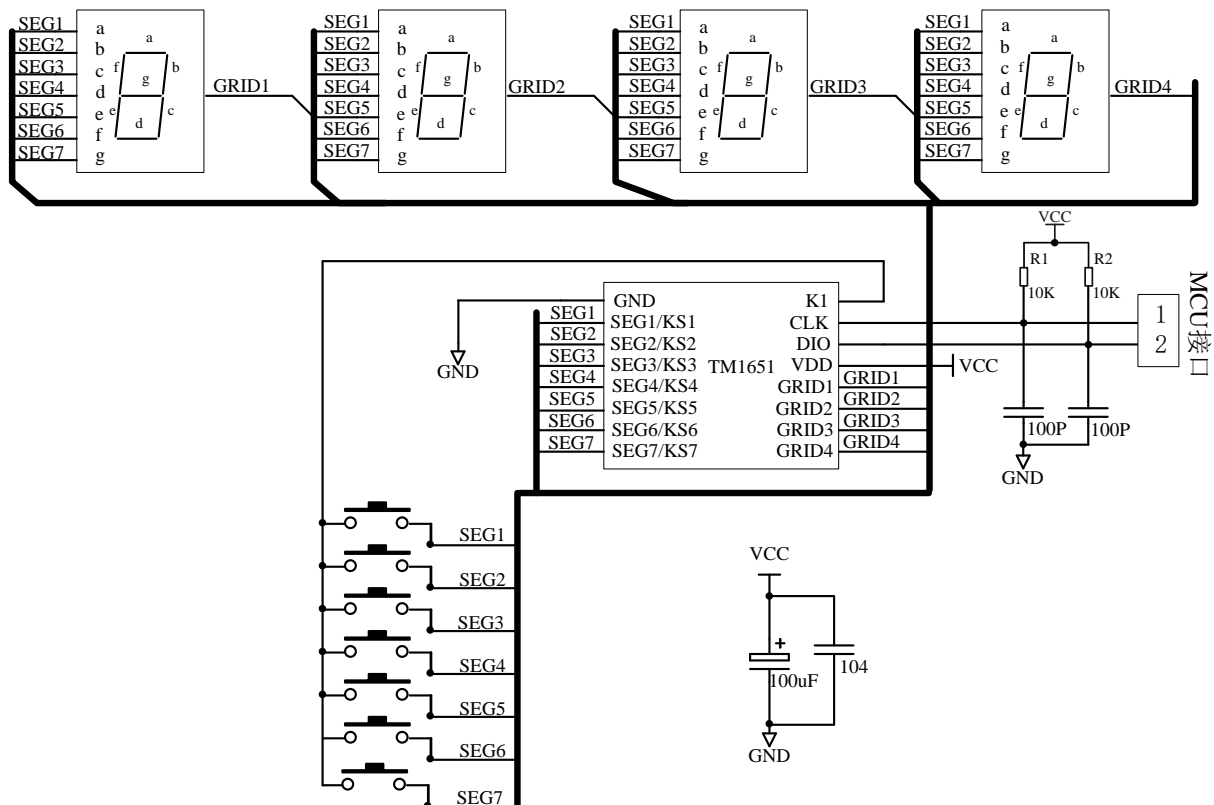


采用固定地址的程序设计流程图：



十、应用电路

电路图中所接数码管为共阳数码管：



- ▲注意：
- 1、VDD、GND之间滤波电容在PCB板布线应尽量靠近TM1651芯片放置, 加强滤波效果。
 - 2、连接在DIO、CLK通讯口上下拉100pF电容可以降低对通讯口的干扰。
 - 3、因蓝光数码管的导通压降约为3V, 因此TM1651供电应选用5V。

十一、 电气参数:

11.1 极限参数 (Ta = 25℃, Vss = 0 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 | VI1 | -0.5 ~ VDD + 0.5 | V |
| LED SEG 驱动灌电流 | I01 | 50 | mA |
| LED GRID 驱动拉电流 | I02 | 200 | mA |
| 功率损耗 | PD | 400 | mW |
| 工作温度 | Topt | -40 ~ +85 | ℃ |
| 储存温度 | Tstg | -65 ~ +150 | ℃ |

11.2 正常工作范围 (Ta = -40~+85℃, Vss = 0 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 | VIH | 0.7 VDD | - | VDD | V | - |
| 低电平输入电压 | VIL | 0 | - | 0.3 VDD | V | - |

11.3 电气特性 (Ta = -40~+85℃, VDD = 4.5 ~ 5.5 V, Vss = 0 V)

| 参数 | 符号 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 | 测试条件 |
|------------------|-------|---------|-----|---------|----|-----------------------------|
| GRID驱动拉电流 | Ioh1 | 80 | 120 | 180 | mA | GRID1~GRID4, Vo = Vdd-2V |
| | Ioh2 | 80 | 140 | 200 | mA | GRID1~GRID4, Vo = Vdd-3V |
| SEG驱动灌电流 | IOL1 | 20 | 30 | 50 | mA | SEG1~SEG7 Vo=0.3V |
| DOUT脚输出低电平 电流 | Idout | 4 | - | - | mA | Vo = 0.4V, dout |
| 输出下拉电阻 | RL | | 10 | | KΩ | K1 |
| 输入电流 | II | - | - | ±1 | μA | VI = VDD / VSS |
| 高电平输入电压 | VIH | 0.7 VDD | - | | V | CLK, DIO |
| 低电平输入电压 | VIL | - | - | 0.3 VDD | V | CLK, DIO |

| | | | | | | |
|--------|--------|---|------|---|----|----------|
| 滞后电压 | VH | - | 0.35 | - | V | CLK, DIO |
| 动态电流损耗 | IDDdyn | - | - | 5 | mA | 无负载, 显示关 |

11.4 开关特性 (Ta = -40~+85°C, VDD = 4.5 ~ 5.5 V)

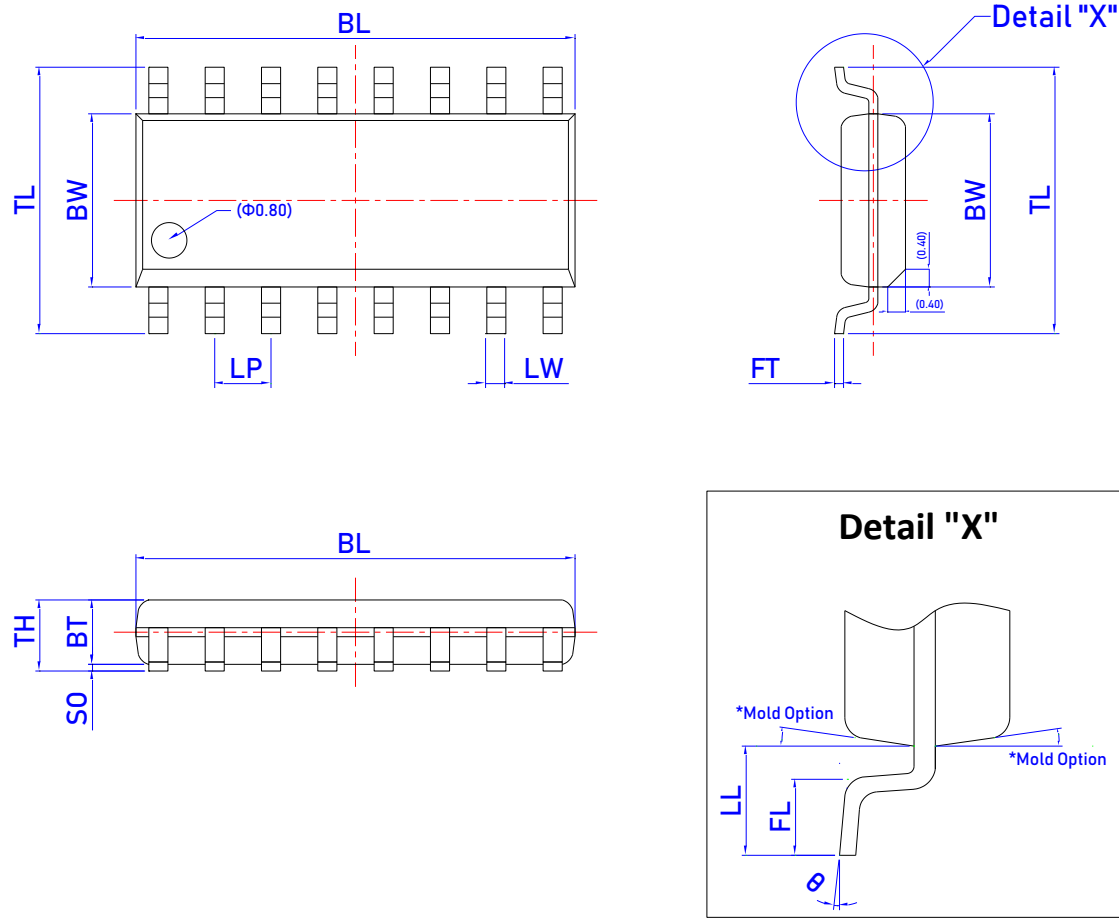
| 参数 | 符号 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 | 测试条件 |
|--------|--------|----|----|-----|-----|-----------------------------------|
| 传输延迟时间 | tPLZ | - | - | 300 | ns | CLK → DIO CL = 15pF, RL = 10KΩ |
| | tPZL | - | - | 100 | ns | |
| 上升时间 | TTZH 1 | - | - | 2 | μs | CL = 300pF, SEG1/KS1~SEG7/KS7 |
| 下降时间 | TTHZ | - | - | 1.5 | μs | CL = 300pF, SEGn, GRIDn |
| 最大时钟频率 | Fmax | - | - | 500 | KHz | 占空比50% |
| 输入电容 | CI | - | - | 15 | pF | - |

11.5 时序特性 (Ta = -40 ~ +85°C, 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 | - | - | μs | CLK↑→CLK↓ |

十二、IC 封装示意图

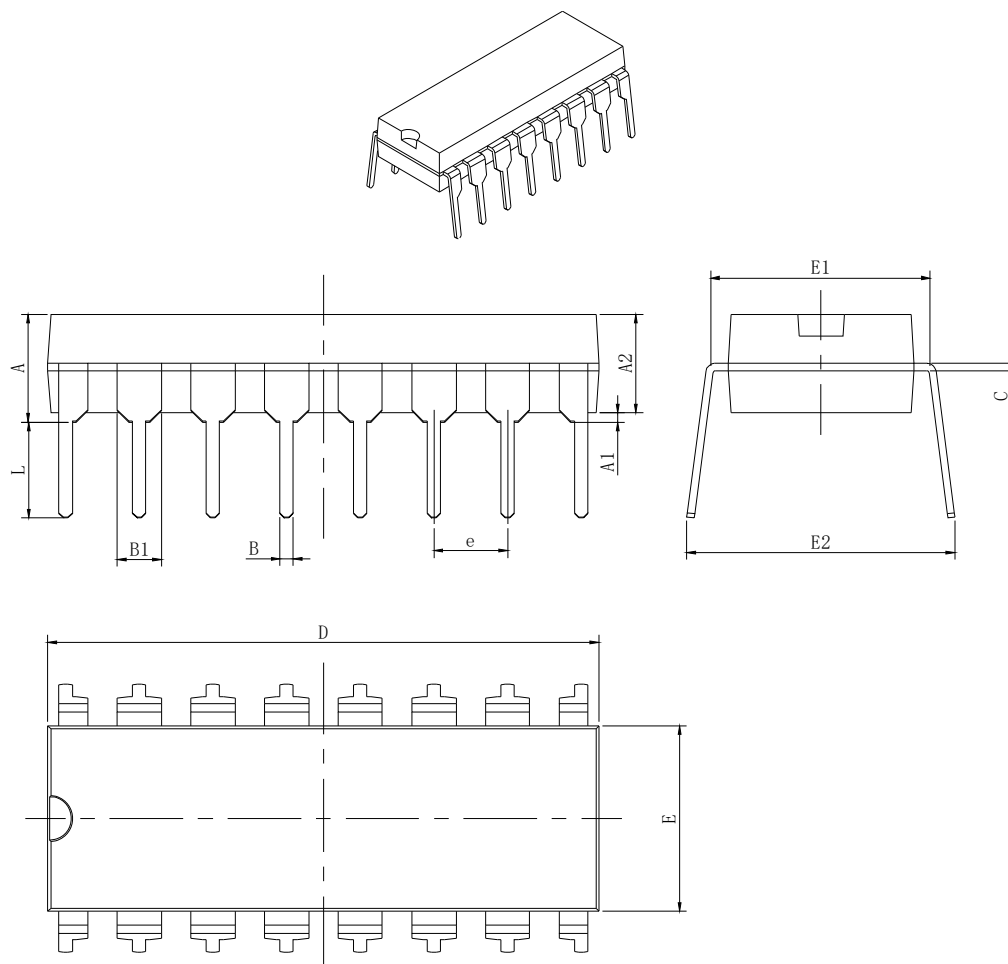
SOP16:



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 | 10.00 (9.90) 9.80 | 4.00 (3.90) 3.80 | 6.20 (6.00) 5.80 | 0.430 TYP | 1.270 TYP | 0.250 (0.200) 0.150 | 1.55 (1.45) 1.25 | 0.200 (0.150) 0.060 | 1.650 Max. | 1.25 (1.04) 0.80 | 0.80 (0.60) 0.45 | 8 (4) 0 |

DIP16:



| Symbol | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|--------|---------------------------|--------|----------------------|-------|
| | Min | Max | Min | Max |
| A | 3.710 | 4.310 | 0.146 | 0.170 |
| A1 | 0.510 | | 0.020 | |
| A2 | 3.200 | 3.600 | 0.126 | 0.142 |
| B | 0.380 | 0.570 | 0.015 | 0.022 |
| B1 | 1.524 (BSC) | | 0.060 (BSC) | |
| C | 0.204 | 0.360 | 0.008 | 0.014 |
| D | 18.800 | 19.200 | 0.740 | 0.756 |
| E | 6.200 | 6.600 | 0.244 | 0.260 |
| E1 | 7.320 | 7.920 | 0.288 | 0.312 |
| e | 2.540 (BSC) | | 0.100 (BSC) | |
| L | 3.000 | 3.600 | 0.118 | 0.142 |
| E2 | 8.400 | 9.000 | 0.331 | 0.354 |

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,恕不通知)