

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：

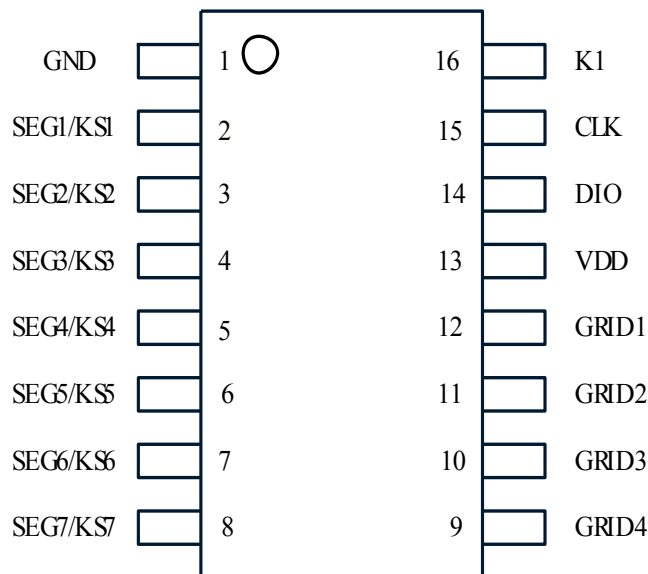


图1 管脚定义

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	5V±10%
VSS	逻辑地	1	接系统地

五、显示寄存器地址和显示模式

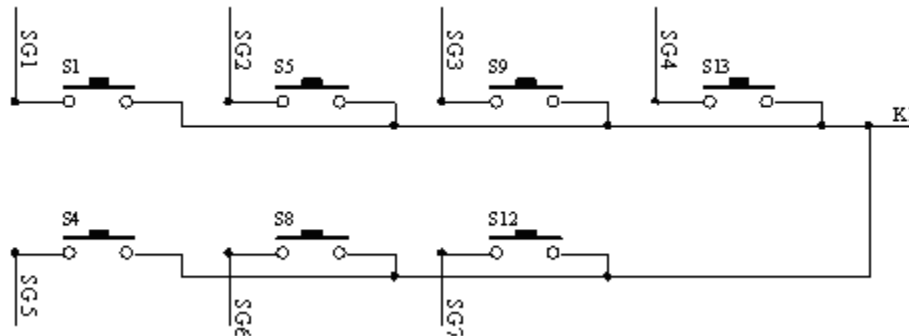
该寄存器存储通过串行接口从外部器件传送到TM1651 的数据，地址00H-03H共4个字节单元，分别与芯片SGE和GRID管脚所接的LED灯对应，分配如下图：

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	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7×1bit，如下所示：



在有按键按下时，读键数据如下：

	SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7
K1	1110_11 11	0110_11 11	1010_11 11	0010_11 11	1100_11 11	0100_11 11	1000_11 11

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	0	显示模式设置
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	普通模式

0	1		1				(内部使用)	测试模式
---	---	--	---	--	--	--	--------	------

7.2 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

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。

7.3 显示控制:

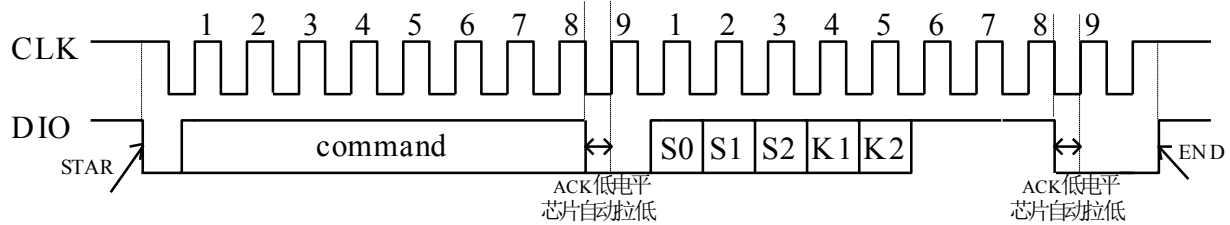
MSB				LSB				功能	说明
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0		
1	0	无关项, 填 0			0	0	0	灰度设置	设置脉冲宽度为 1/16
1	0				0	0	1		设置脉冲宽度为 2/16
1	0				0	1	0		设置脉冲宽度为 4/16
1	0				0	1	1		设置脉冲宽度为 10/16
1	0				1	0	0		设置脉冲宽度为 11/16
1	0				1	0	1		设置脉冲宽度为 12/16
1	0				1	1	0		设置脉冲宽度为 13/16
1	0				1	1	1		设置脉冲宽度为 14/16
1	0			0				显示开关设置	显示关
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。

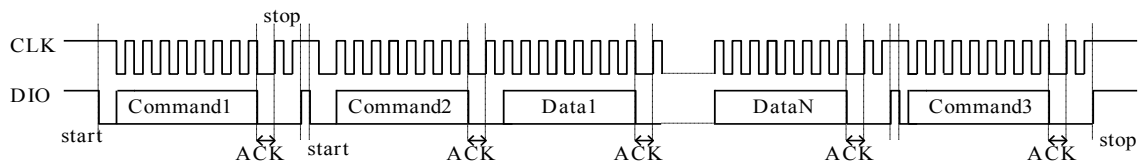
指令数据传输过程如下图（读按键数据时序）：



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。

写 SRAM 数据地址自动加 1 模式



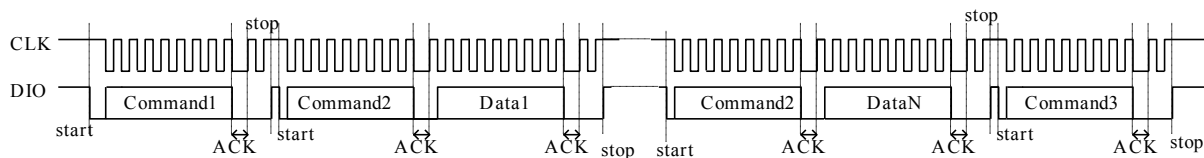
Command1: 设置数据

Command2: 设置地址

Data1~N: 传输显示数据

Command3: 控制显示

写 SRAM 数据固定地址模式:



Command1: 设置数据

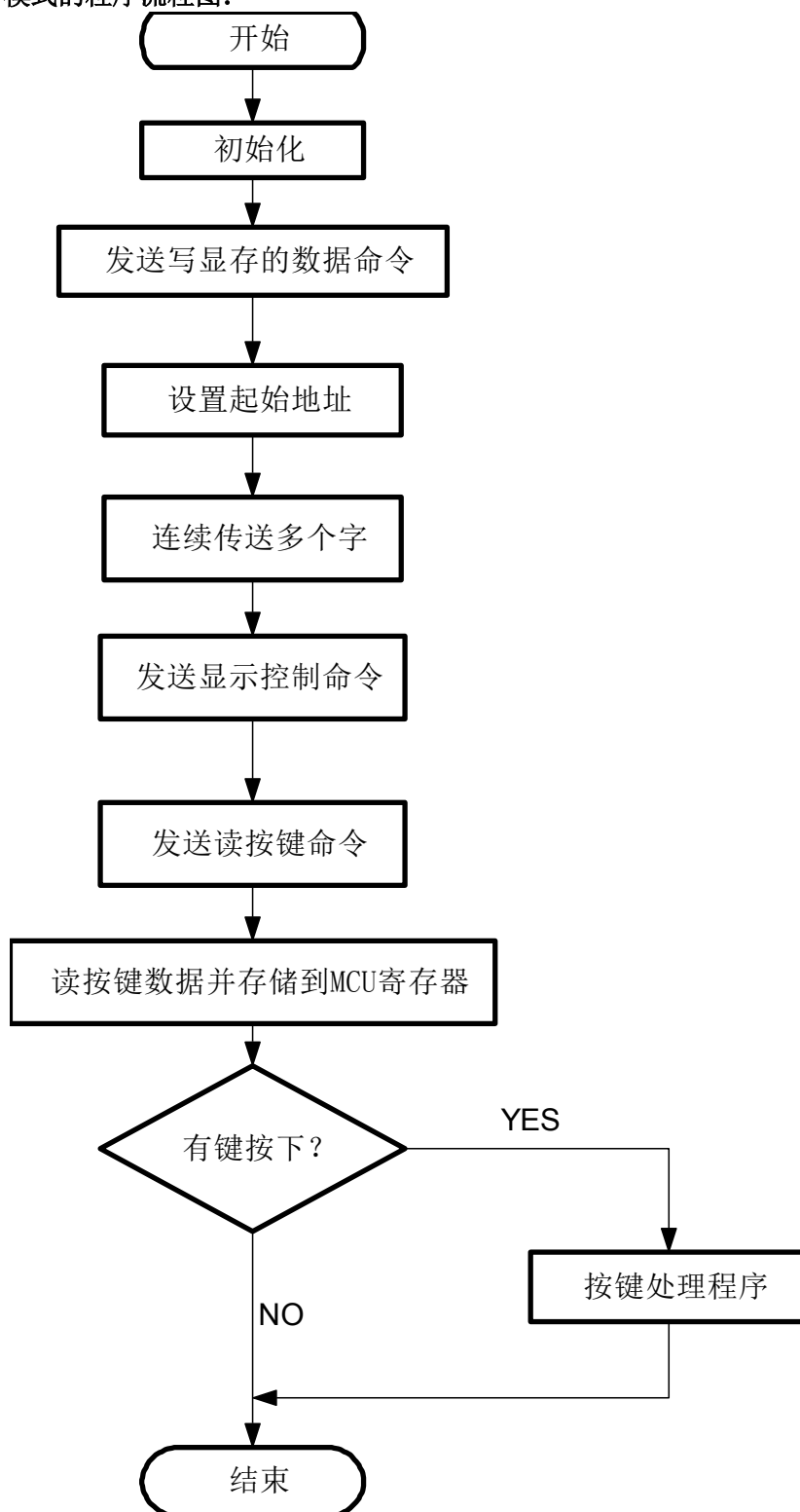
Command2: 设置地址

Data1~N: 传输显示数据

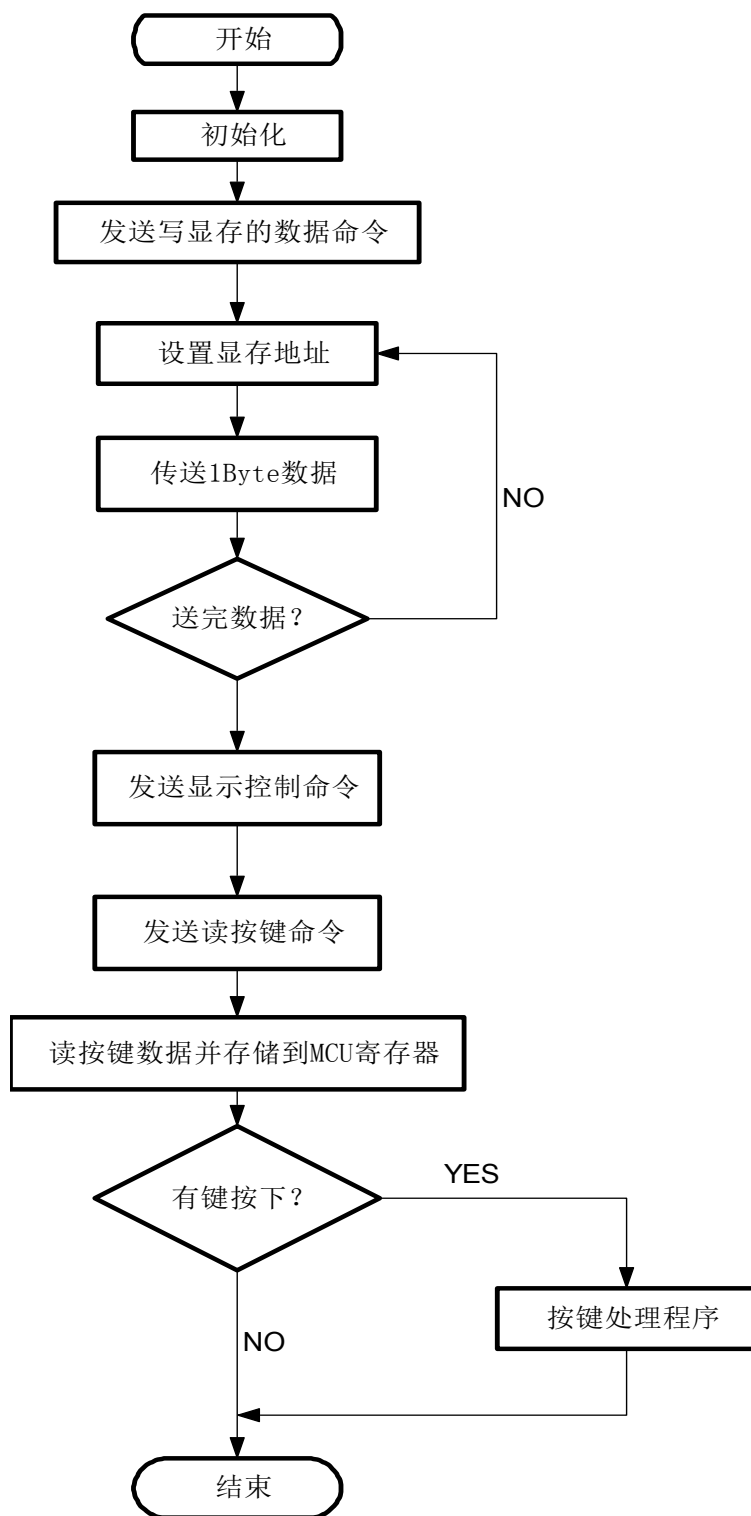
Command3: 控制显示

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、参考程序

```
/*
*版权信息: 深圳天微电子
*文件名: TM1651
*当前版本: 1.0
*单片机型号: AT89S52
*开发环境: Keil uVision3
*晶震频率: 11.0592M
*程序功能: 把 TM1651 所有显示寄存器地址全部写满数据 0xff, 并开显示, 然后再读按键值。
*/
#include<reg52.h>
#include<intrins.h>
//定义端口
sbit clk = P1^2;
sbit dio = P1^1;
//=====
void Delay_us(unsigned int i) //nus 延时
{
    for(;i>0;i--)
        _nop_();
}
//=====
void I2CStart(void) // 1651 开始
{
    clk = 1;
    dio = 1;
    Delay_us(2);
    dio = 0;
}
//=====
void I2Cask(void) //1651 应答
{
    clk = 0;
    Delay_us(5); //在第八个时钟下降沿之后延时 5us, 开始判断 ACK 信号
    while(dio);
    clk = 1;
    Delay_us(2);
    clk=0;
}
//=====
void I2CStop(void) // 1651 停止
{
    clk = 1;
    dio = 0;
    Delay_us(2);
    dio = 1;
}
//=====
```



```
void I2CWrByte(unsigned char oneByte) //写一个字节
{
    unsigned char i;
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        clk = 0;
        if(oneByte&0x01) //低位在前
        {
            dio = 1;
        }
        else
        {
            dio = 0;
        }
        Delay_us(3);
        oneByte=oneByte>>1;
        clk=1;
        Delay_us(3);
    }
}
//-----
unsigned char ScanKey(void) //读按键
{
    unsigned char rekey,rkey,i;
    I2CStart();
    I2CWrByte(0x46); //读按键命令
    I2Cask();
    dio=1; //在读按键前拉高数据线
    for(i=0;i<8;i++) //从低位开始读
    {
        clk=0;
        rekey=rekey>>1;
        Delay_us(30);
        clk=1;
        if(dio)
        {
            rekey=rekey|0x80;
        }
        else
        {
            rekey=rekey|0x00;
        }
        Delay_us(30);
    }
    I2Cask();
    I2CStop();
    return (rekey);
}
//=====
void SmgDisplay(void) //写显示寄存器
{
    unsigned char i;
    I2CStart();
    I2CWrByte(0x40); // 40H 地址自加 44H 固定地址模式
```

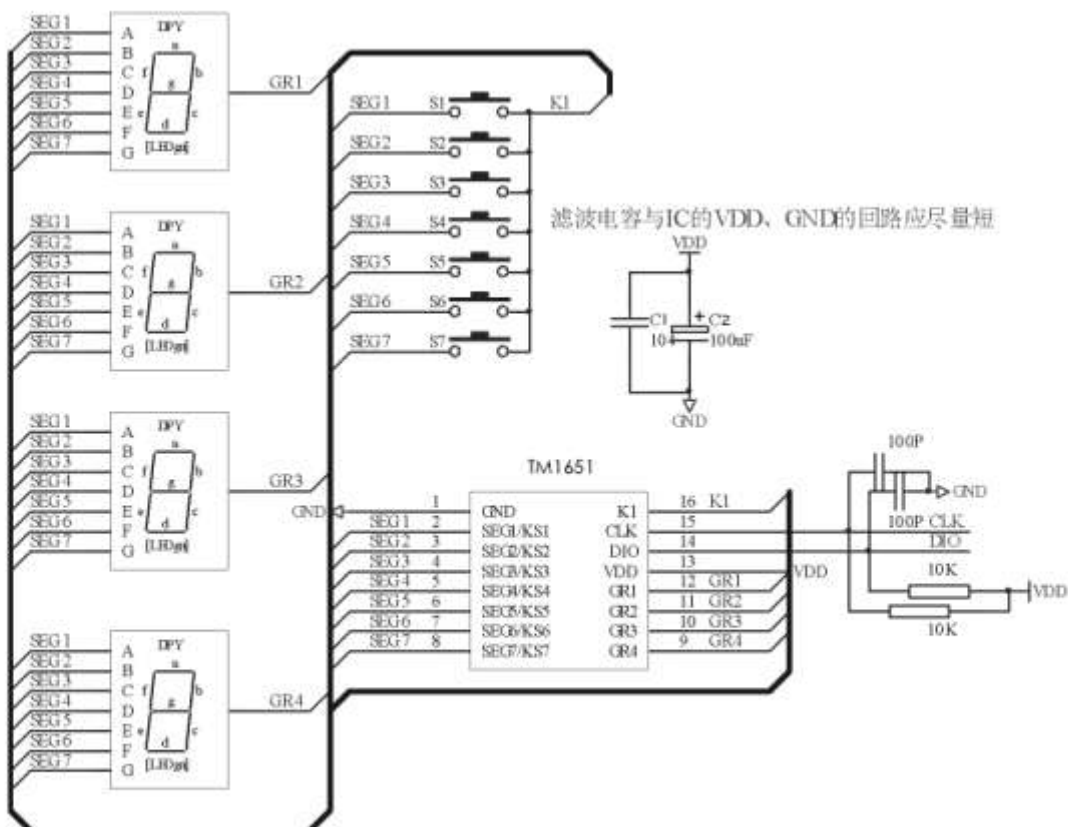
```
I2Cask();
I2CStop();
I2CStart();
I2CWrByte(0xc0);           //设置首地址,
I2Cask();

for(i=0;i<4;i++)           //地址自加, 不必每次都写地址
{
    I2CWrByte(0xff);       //送数据
    I2Cask();
}
I2CStop();

I2CStart();
I2CWrByte(0x8f);           //开显示, 最大亮度
I2Cask();
I2CStop();
}
//=====
void init()                 //初始化子程序
{
    //初始化略
}
//=====
void main(void)
{
    unsigned char keydate;
    init();                 //初始化
    SmgDisplay();           //写寄存器并开显示
    while(1)
    {
        keydate=Scankey();  //读按键值, 读出的按键值不作处理。
    }
}
//=====end=====
```

十一、应用电路

电路图中所接数码管为共阳数码管：



十二、 电气参数：

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	VI1	-0.5 ~ VDD + 0.5	V
LED SEG 驱动灌电流	IO1	50	mA
LED GRID 驱动拉电流	IO2	200	mA
功率损耗	PD	400	mW
工作温度	Topt	-40 ~ +85	°C
储存温度	Tstg	-65 ~ +150	°C

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	-

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
高电平输出电流容许量	ItoIsg	-	-	5	%	VO = VDD - 3V, GRID1~GRID4
输出下拉电阻	RL		10		KΩ	K1~K2
输入电流	II	-	-	±1	μA	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

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

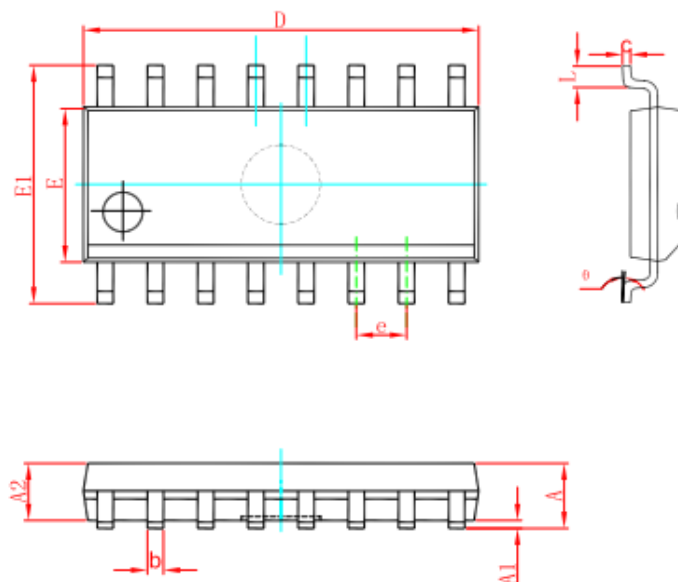
参数	符号	最小	典型	最大	单位	测试条件	
振荡频率	fosc	-	450	-	KHz		
传输延迟时间	tPLZ	-	-	300	ns	CLK → DIO	
	tPZL	-	-	100	ns	CL = 15pF, RL = 10K Ω	
上升时间	TTZH ₁	-	-	2	μs	CL = 300p F	Seg1 ~ Seg7
	TTZH ₂	-	-	0.5	μs		DIG1 ~ DIG4
下降时间	TTHZ	-	-	120	μs	CL = 300pF, Segn, Gridn	
最大时钟频率	Fmax	-	-	500	KHz	占空比50%	
输入电容	CI	-	-	15	pF	-	

● 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	-	-	μs	CLK↑→CLK↓

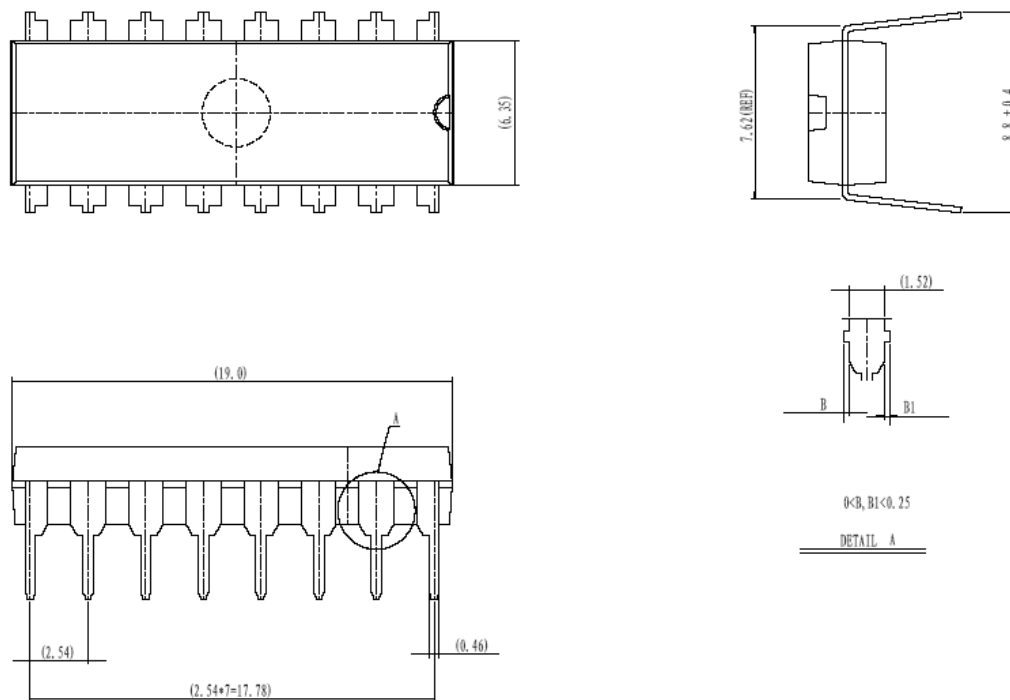
十三、IC 封装示意图:

SOP16:



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

DIP16:



● 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。)

修订历史

版本	发行日期	修订简介
V1.0	2012-01-04	改版发行
V1.1	2014-06-04	修改管脚驱动电流描述