

## 一、概述

TM1665是一种带键盘扫描接口的恒流LED（发光二极管显示器）驱动控制专用IC, 内部集成有MCU数字接口、数据锁存器、LED驱动、键盘扫描等电路。本产品质量可靠、稳定性好、抗干扰能力强。主要应用于段码LED产品的恒流显示屏驱动。

## 二、特性说明

- 采用CMOS工艺
- 多种显示模式（11 段×7 位 ~ 14 段×4 位）
- SEG恒流驱动最大电压值：VDD-1V
- 通道差最大+/-3%  
芯片间最大+/-6%
- 键扫描（10x1）
- 辉度调节电路（8 级占空比可调）
- 串行接口（SCLK, STB, DIN/DOUT）
- 振荡方式：内置RC振荡
- 内置上电复位电路
- 抗干扰能力强
- 封装形式：SOP24

## 三、管脚定义：

DOUT/DIN	1	24	GR1
SCLK	2	23	GR2
STB	3	22	GND
K1	4	21	GR3
VDD	5	20	GR4
SG1/KS1	6	19	SG14/GR5
SG2/KS2	7	18	SG13/GR6
SG3/KS3	8	17	SG12/GR7
SG4/KS4	9	16	SG11
SG5/KS5	10	15	SG10/KS10
SG6/KS6	11	14	SG9/KS9
SG7/KS7	12	13	SG8/KS8

**四、管脚功能定义：**

符号	管脚名称	管脚号	说明
DOUT/DIN	数据输入/输出	1	在时钟上升沿输入串行数据, 从低位开始; 在时钟下降沿输出串行数据, 从低位开始, N管开漏输出。
SCLK	时钟输入	2	在上升沿读取串行数据, 下降沿输出数据。
STB	片选输入	3	在上升或下降沿初始化串行接口, 随后等待接收指令。STB为低后的第一个字节作为指令, 当处理指令时, 当前其它处理被终止。当STB为高时, CLK 被忽略。
K1	键扫数据输入	4	输入该脚的数据在显示周期结束后被锁存
SGE1/KS1~ SEG10/KS10	输出 (段)	6~15	段输出 (也用作键扫描), P管开漏输出, 内置 5.2K $\Omega$ 下拉电阻
SEG11	输出 (段)	16	段输出, P管开漏输出, 内置5.2K $\Omega$ 下拉电阻
GRID1~ GRID4	输出 (位)	20~21 23~24	位输出, N管开漏输出, 内置4K $\Omega$ 上拉电阻
SEG12/DRID7 ~ SEG14/GRID5	输出 (段/位)	17~19	段/位复用输出, 只能选段或位输出。若为SEG脚, 内置 5.2K $\Omega$ 下拉电阻; 若为GRID脚, 内置 4K $\Omega$ 下拉电阻;
VDD	逻辑电源	5	接电源正
GND	逻辑地	22	接系统地

- 注意：DIN口输出数据时为N管开漏输出，在读键的时候需要外接1K-10K的上拉电阻, 如图(1)所示。本公司推荐10K的上拉电阻。

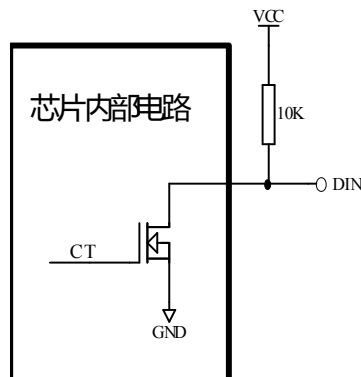


图 (1)

## 五、显示寄存器地址：

该寄存器存储通过串行接口接收从外部器件传送到TM1665的数据, 最多有效地址从00H-0DH共14字节单元, 分别与芯片SEG和GRID管脚对应, 具体分配如图(2): 写LED显示数据的时候, 按照显示地址从低位到高位, 数据字节从低位到高位操作。

SEG1				SEG2				SEG3				SEG4				SEG5				SEG6				SEG7				SEG8				SEG9				SEG10				SEG11				SEG12				SEG13				SEG14				X				X			
xxHL（低四位）								xxHU(高四位)								xxHL(低四位)								xxHU（高四位）																																							
B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7																																																
00HL				00HU				01HL				01HU				GRID1																																															
02HL				02HU				03HL				03HU				GRID2																																															
04HL				04HU				05HL				05HU				GRID3																																															
06HL				06HU				07HL				07HU				GRID4																																															
08HL				08HU				09HL				09HU				GRID5																																															
0AHL				0AHU				0BHL				0BHU				GRID6																																															
0CHL				0CHU				0DHL				0DHU				GRID7																																															

**(2) 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

**(3) 显示控制命令设置:**

该指令用来设置显示的开关以及显示亮度调节。共有8级辉度可供选择进行调节。

MSB				LSB				功能	说明
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0		
1	0	无关项, 填 0			0	0	0	显示辉度设置	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

**(4) 地址命令设置:**

该指令用来设置显示寄存器的地址。最多有效地址为14位 (00H-0DH), 如果地址设为0EH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。

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
1	1			0	1	0	0	04H
1	1			0	1	0	1	05H
1	1			0	1	1	0	06H
1	1			0	1	1	1	07H
1	1			1	0	0	0	08H
1	1			1	0	0	1	09H
1	1			1	0	1	0	0AH
1	1			1	0	1	1	0BH
1	1			1	1	0	0	0CH
1	1			1	1	0	1	0DH

## 七、显示:

### 1、驱动共阴数码管:

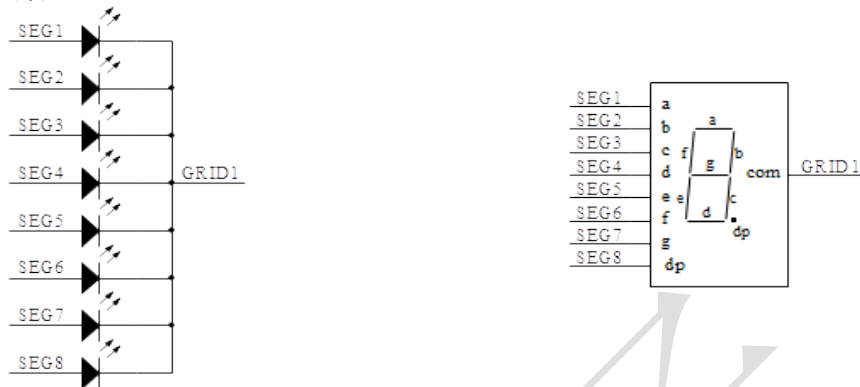


图 (3)

图3给出共阴数码管的连接示意图, 如果让该数码管显示“0”, 只需要向00H (GRID1) 地址中从低位开始写入0x3F数据即可, 此时00H对应每一个SEG1~SEG8的数据如下表格。

SEG8	SEG7	SEG6	SEG5	SEG4	SEG3	SEG2	SEG1	
0	0	1	1	1	1	1	1	GRID1 (00H)
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	

### 2、驱动共阳数码管:



图 (4)

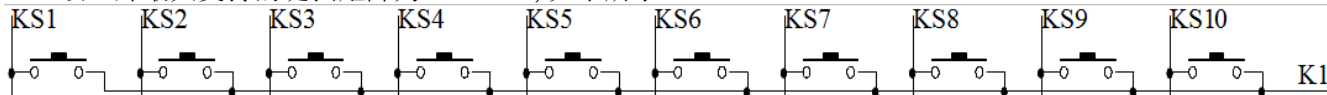
图4给出共阳数码管的连接示意图, 如果让该数码管显示“0”, 要向地址单元 00H (GRID1)、02H (GRID2)、04H (GRID3)、06H (GRID4)、08H (GRID5)、0AH (GRID6) 里面分别写数据01H, 其余的地址 0CH (GRID7) 单元全部写数据00H。每一个SEG1~SEG8对应的数据如下表格。

SEG8	SEG7	SEG6	SEG5	SEG4	SEG3	SEG2	SEG1	
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID1 (00H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID2 (02H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID3 (04H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID4 (06H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID5 (08H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID6 (0AH)
0	0	0	0	0	0	0	0	GRID7 (0CH)
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	

▲注意：无论是驱动共阴极数码管还是驱动共阳极数码管，SEG引脚只能接LED的阳极，GRID只能接LED的阴极，不可反接。

## 八、键扫描和键扫描数据寄存器：

该芯片最大支持的键扫描矩阵为1×10bit，如下所示：



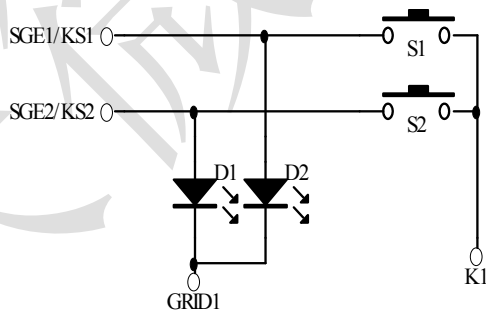
键扫描数据储存地址如下所示，先发读按键命令后，开始读取5字节的按键数据BYTE1—BYTE5，读数据从低位开始输出，其中B7和B6位为无效位固定输出为0。芯片K和KS引脚对应的按键按下时，相对应的字节内的BIT位为1。

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	
K1	X	X	K1	X	X	X	X	
KS1		KS2		0		0	BYTE1	
KS3		KS4		0		0	BYTE2	
KS5		KS6		0		0	BYTE3	
KS7		KS8		0		0	BYTE4	
KS9		KS10		0		0	BYTE5	

▲注意：1、TM1665最多可以读5个字节，不允许多读。

2、读数据字节只能按顺序从BYTE1—BYTE5读取，不可跨字节读。例如：硬件上的K2与KS10对应按键按下时，此时想要读到此按键数据，必须需要读到第5个字节的第5BIT位，才可读出数据。

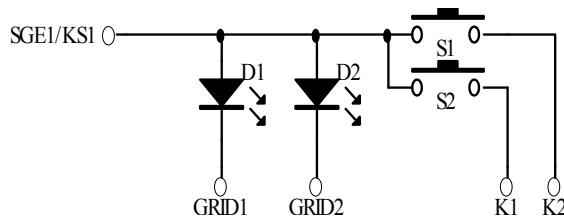
**按键复用：** 复合按键的问题：SEG1/KS1—SEG10/KS10是显示和按键扫描复用的。以图（5）为例子，显示需要D1亮，D2灭，需要让SEG1为“0”，SEG2为“1”状态，如果S1，S2同时被按下，相当于SEG1，SEG2被短路，这时D1，D2都被点亮。



图（5）

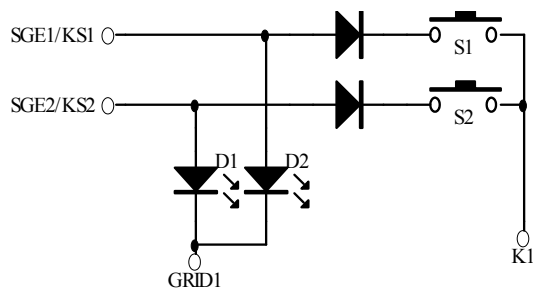
解决方案：

1、在硬件上，可以将需要同时按下的键设置在不同的K线上面如图（6）所示



图（6）

2、串联二极管如图（7）所示。



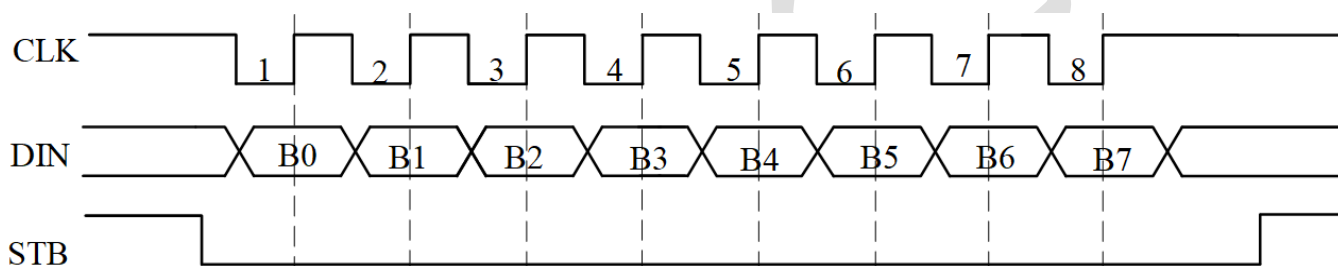
图（7）

▲注意：建议使用同一个KS不同的K键作为复合按键。

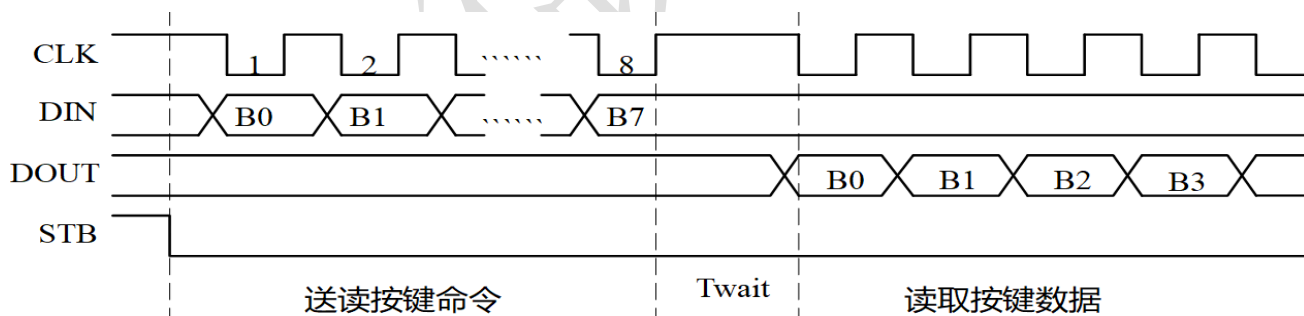
## 九、串行数据传输格式：

读取和接收1个BIT都在时钟的上升沿操作。

数据接收（写数据）



数据读取（读数据）



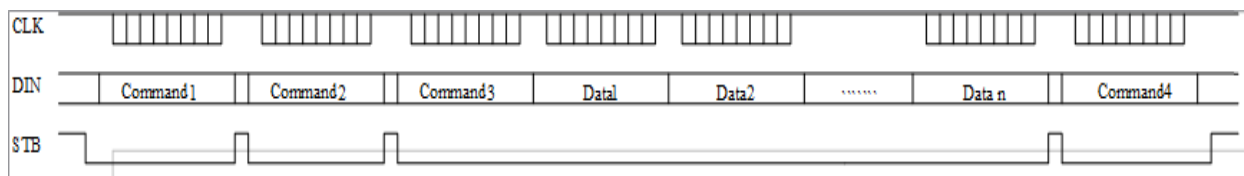
▲注意：

读取数据时，从串行时钟CLK 的第8 个上升沿开始设置指令到CLK 下降沿读数据之间需要一个等待时间Twait(最小2μS)。

## 十、应用时串行数据的传输：

### (1) 地址增加模式

使用地址自动加1模式, 设置地址实际上是设置传送的数据流存放的起始地址。起始地址命令字发送完毕, “STB” 不需要置高紧跟着传数据, 最多14BYTE, 数据传送完毕才将 “STB” 置高。



Command1: 设置显示模式

Command2: 设置数据命令

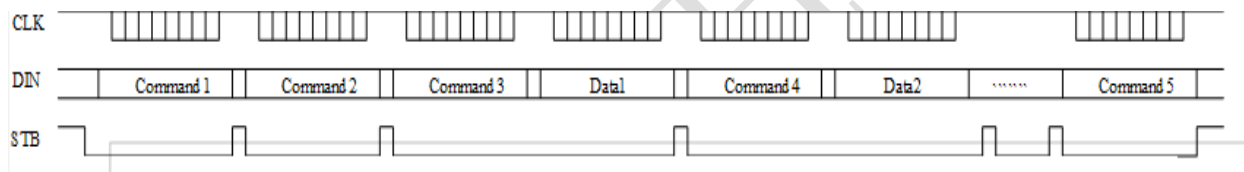
Command3: 设置显示地址

Data1 ~ n: 传输显示数据至Command3地址和后面的地址内 (最多14bytes)

Command4: 显示控制命令

### (2) 固定地址模式

使用固定地址模式, 设置地址实际上是设置需要传送的1BYTE数据存放的地址。地址发送完毕, “STB” 不需要置高, 紧跟着传1BYTE数据, 数据传送完毕才将 “STB” 置高。然后重新设置第2个数据需要存放的地址, 最多14BYTE数据传送完毕, “STB” 置高。



Command1: 设置显示模式

Command2: 设置数据命令

Command3: 设置显示地址1

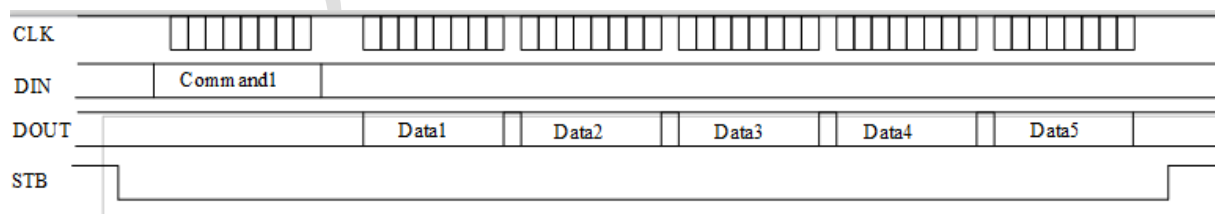
Data1: 传输显示数据1至Command3地址内

Command4: 设置显示地址2

Data2: 传输显示数据2至Command4地址内

Command5: 显示控制命令

### (3) 读按键时序



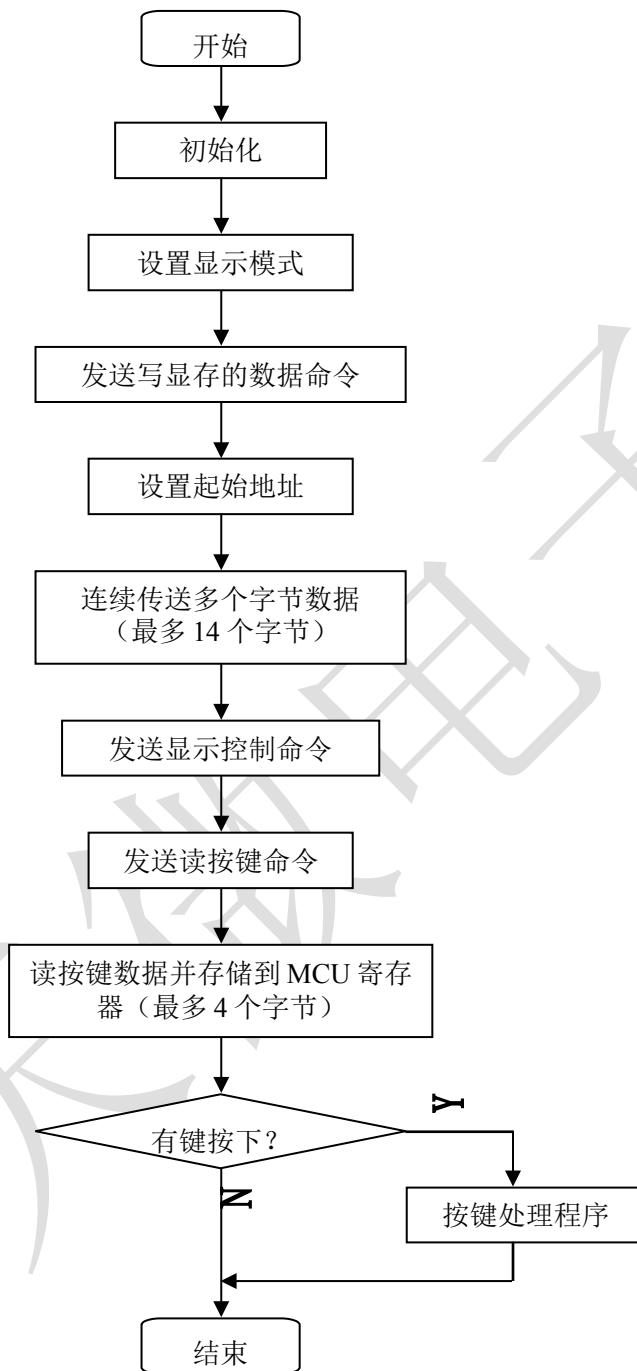
Command1: 读按键命令

Data1 ~ 5: 读取的按键数据

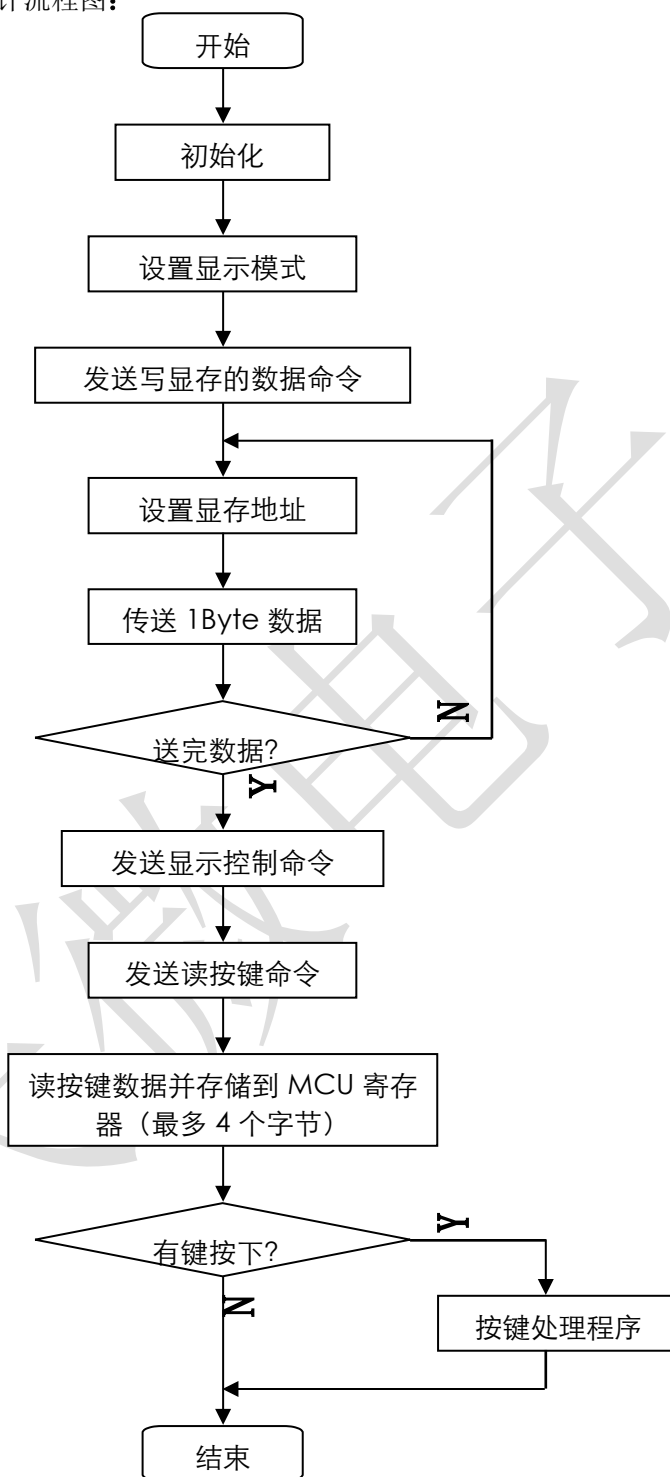


(4) 采用地址自动加一和固定地址方式的程序设计流程图:

采用自动地址加一的程序设计流程图:



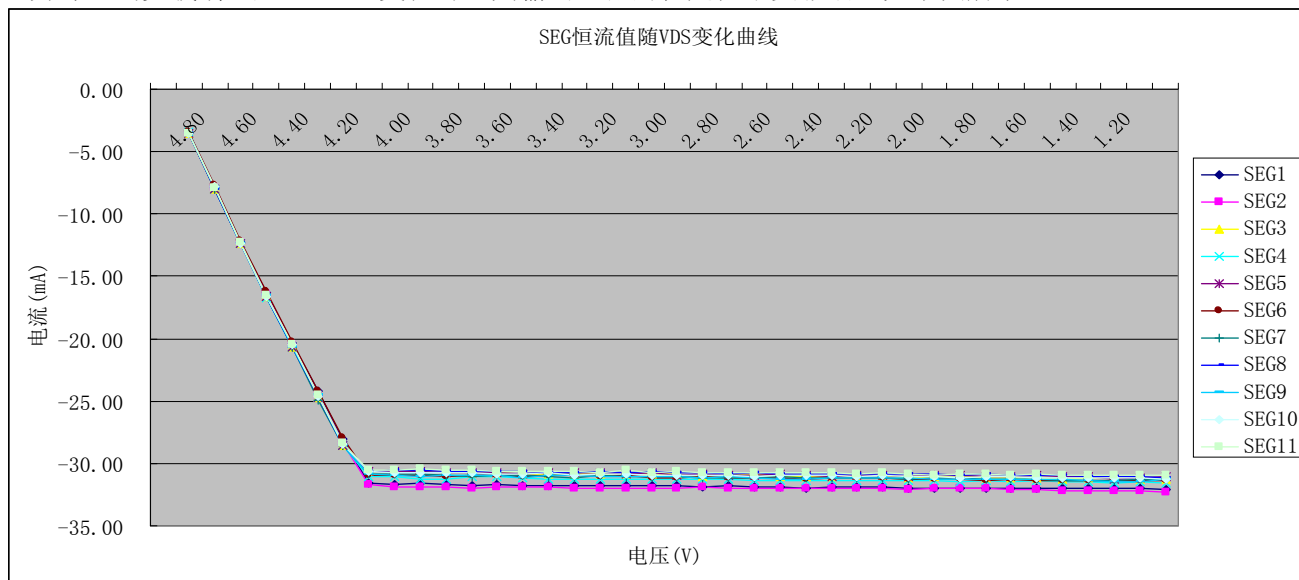
采用固定地址的程序设计流程图：



## 十一、恒流控制电路

TM1665支持恒流驱动应用，以便能在高端的显示驱动中加以应用。

1. 通道间的最大电流误差小于±3%，而芯片间的最大电流误差小于±6%。
2. 恒流线性区域工作时，必须保证SEG管脚与GND压差小于4V条件下。
3. 另外，当负载端电压（VDS）变化时，其输出电流的稳定性不受影响，如下图所示：



## 封装散热功率（PD）

封装的最大散热功率是由公式：

$$P_{D(max)} = \frac{(T_j - T_a)}{R_{th(j-a)}}$$

来决定的，当 11 个通道完全打开时，实际功耗为：

$$PD(act) = I_{DD} * V_{DD} + I_{OUT} * Duty * V_{DS} * 11$$

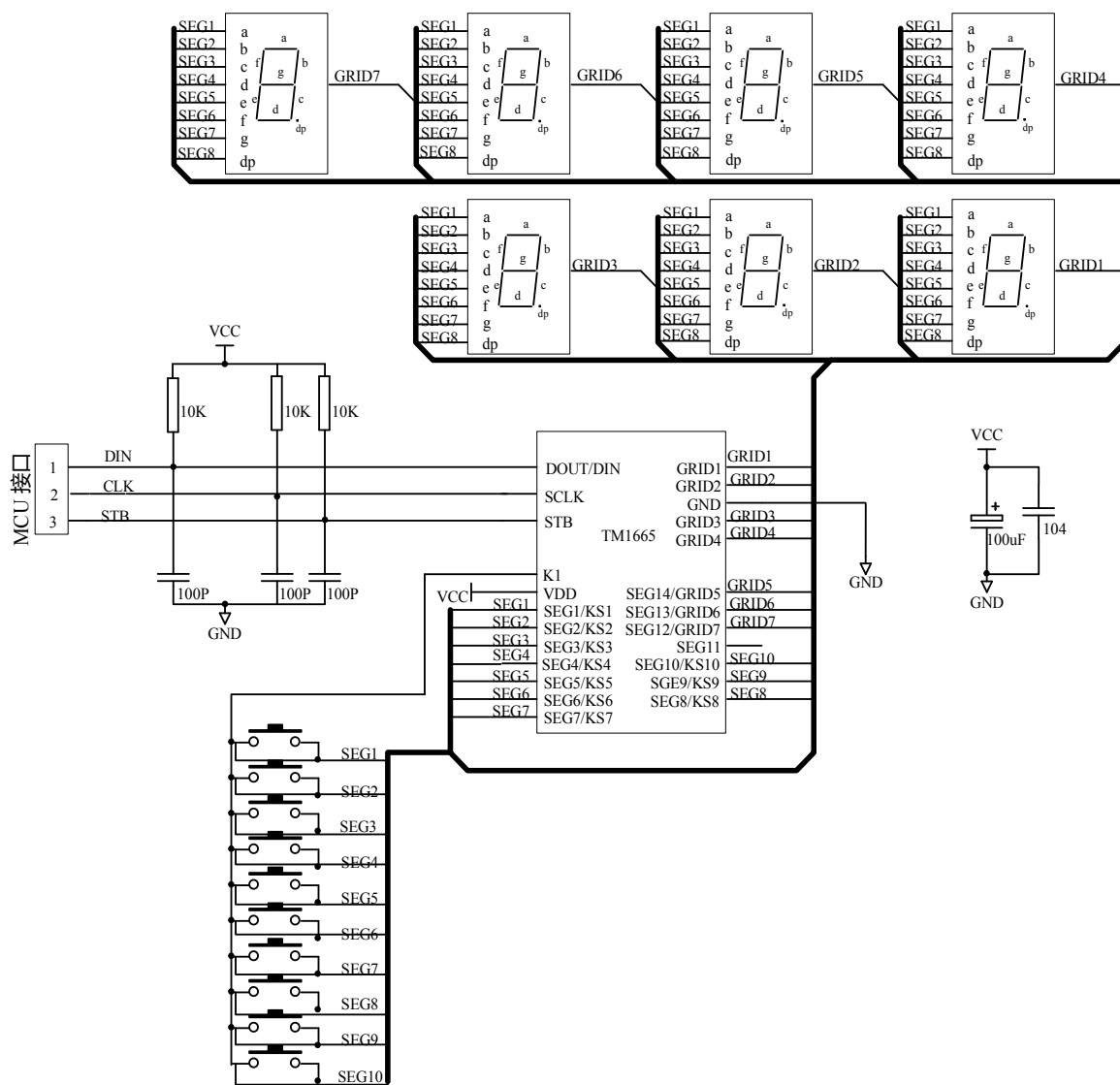
实际功耗必须小于最大功耗，即  $PD(act) < PD(max)$ ，为了保持  $PD(act) < PD(max)$ ，输出的最大电流与恒流比的关系为：

$$I_{OUT} = \frac{\left[ \frac{(T_j - T_a)}{R_{th(j-a)}} - I_{DD} * V_{DD} \right]}{V_{DS} * Duty * 11}$$

其中  $T_j$  为 IC 的工作温度， $T_a$  为环境温度， $V_{DS}$  为稳流输出端口电压， $Duty$  为恒流比 14/16， $R_{th(j-a)}$  为封装的热阻。

## 十二、应用电路：

TM1665驱动共阴数码屏硬件电路图（8）：



图（8）

TM1665驱动共阳数码屏硬件电路图 (9):

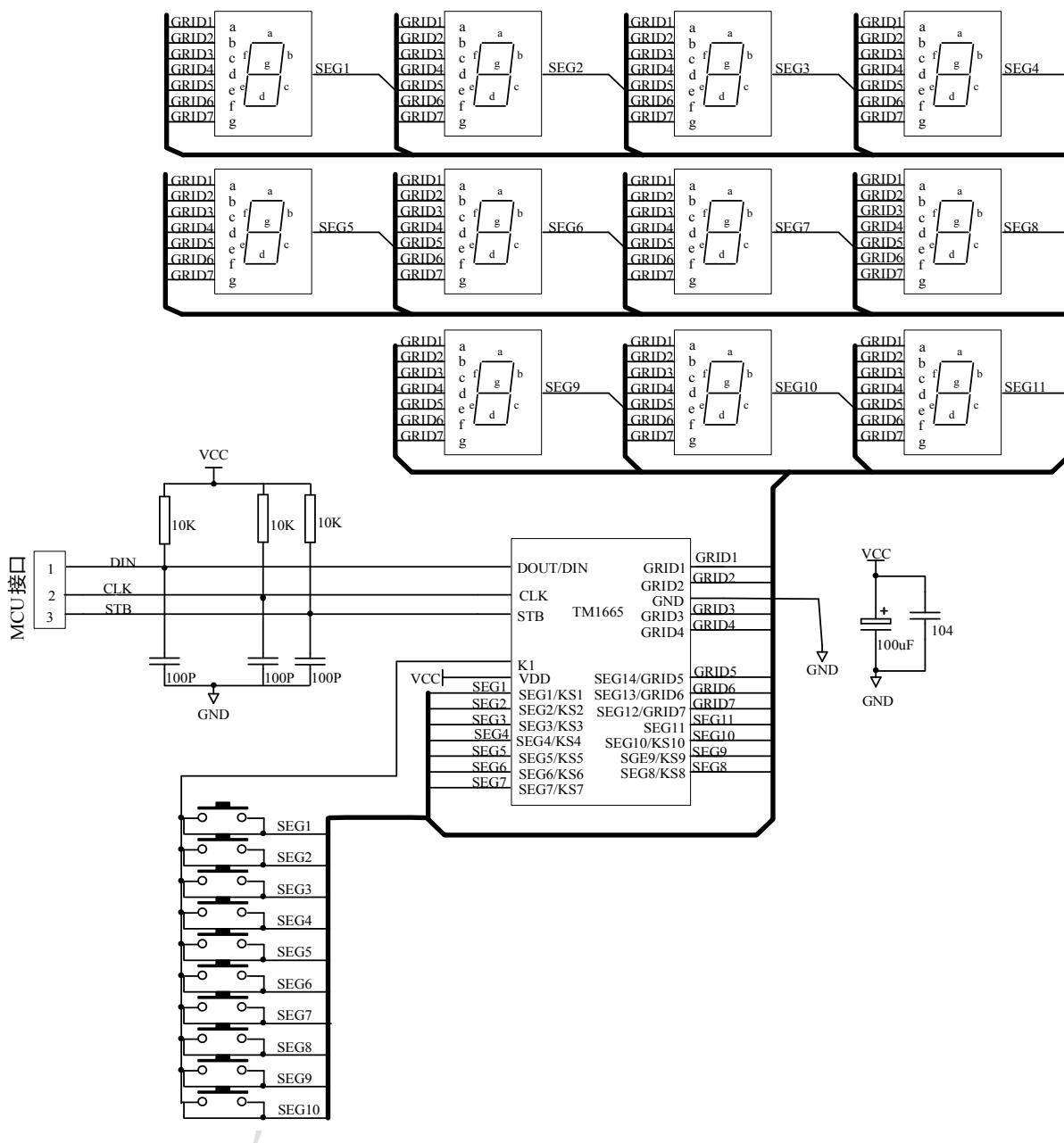


图 (9)

- ▲注意:
- 1、VDD、GND之间滤波电容在PCB板布线应尽量靠近TM1665芯片放置, 加强滤波效果。
  - 2、连接在DIN、SCLK、STB通讯口上下拉三个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TM1665供电应选用5V。

**十三、 电气参数:**
**极限参数 (Ta = 25℃, Vss = 0V)**

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 驱动输出电流	I01	-40	mA
LED GRID 驱动输出电流	I02	+200	mA
功率损耗	PD	400	mW
工作温度	Topt	-40 ~ +85	℃
储存温度	Tstg	-65 ~ +150	℃

**正常工作范围 (Ta = -40 ~ +85℃, Vss = 0V)**

参数	符号	最小	典型	最大	单位	测试条件
逻辑电源电压	VDD	4	5	7	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 ~ 5.5V, Vss = 0V)**

参数	符号	最小	典型	最大	单位	测试条件
高电平输出恒流电流	Ioh1	28	35	40	mA	SEG1~SEG11, Vo = vdd-2V 恒流比14/16
	Ioh2	28	35	40	mA	SEG1~SEG11, Vo = vdd-3V 恒流比14/16
低电平输入电流	IOL1	80	140	-	mA	GRID1~GRID7 Vo=0.4V
低电平输出电流	Idout	4	-	-	mA	Vo = 0.4V, dout

高电平输出电流容许量	I <sub>tolsg</sub>	-	-	5	%	V <sub>O</sub> = V <sub>DD</sub> - 3V, SEG1~SEG11
输出下拉电阻	R <sub>L</sub>		10		K Ω	K1
输入电流	I <sub>I</sub>	-	-	±1	μ A	V <sub>I</sub> = V <sub>DD</sub> / V <sub>SS</sub>
高电平输入电压	V <sub>IH</sub>	0.7 V <sub>DD</sub>	-		V	SCLK, DIN, STB
低电平输入电压	V <sub>IL</sub>	-	-	0.3 V <sub>DD</sub>	V	SCLK, DIN, STB
滞后电压	V <sub>H</sub>	-	0.35	-	V	SCLK, DIN, STB
动态电流损耗	I <sub>DDdyn</sub>	-	-	5	mA	无负载, 显示关

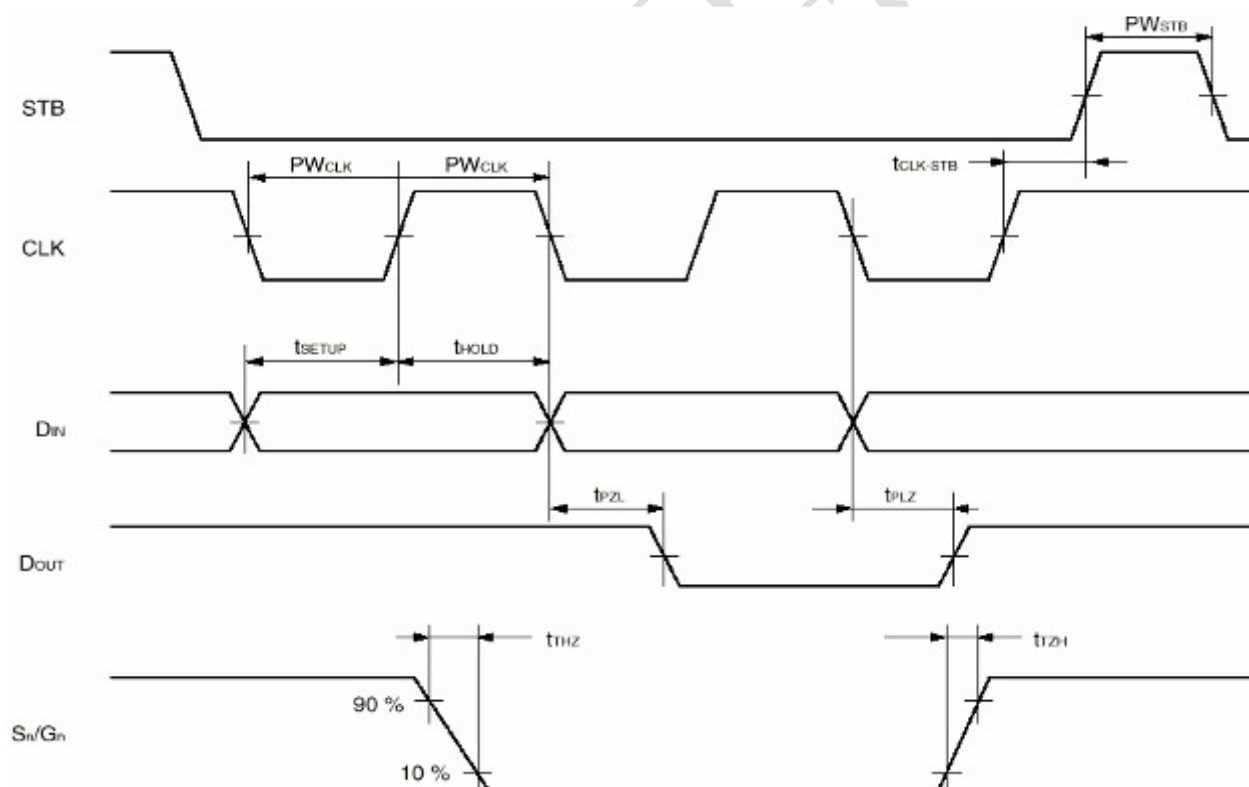
开关特性 (T<sub>a</sub> = -40 ~ +85℃, V<sub>DD</sub> = 4.5~5.5V)

参数	符号	最小	典型	最大	单位	测试条件	
振荡频率	fosc	—	500	—	KHz	R = 16.5 KΩ	
传输延迟时间	tPLZ	—	—	300	ns	CLK → DOUT	
	tPZL	—	—	100	ns	CL = 15pF, RL = 10K Ω	
上升时间	TTZH 1	—	—	2	μ s	CL = 300pF	SEG1~SEG11
	TTZ2	—	—	0.5	μ s		SEG12/GRID7~SEG14/ GRID5
下降时间	TTHZ	—	—	120	μ s	CL = 300pF, SEGn, GRIDn	
最大时钟频率	Fmax	—	—	1	MHz	占空比50%	
输入电容	CI	—	—	15	pF	—	

时序特性 ( $T_a = -40 \sim +85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5\text{V}$ )

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	—
选通脉冲宽度	PWSTB	1	—	—	$\mu\text{s}$	—
数据建立时间	$t_{\text{SETUP}}$	100	—	—	ns	—
数据保持时间	$t_{\text{HOLD}}$	100	—	—	ns	—
CLK $\rightarrow$ STB 时间	$t_{\text{CLK STB}}$	1	—	—	$\mu\text{s}$	CLK $\uparrow \rightarrow$ STB $\uparrow$
等待时间	$t_{\text{WAIT}}$	1	—	—	$\mu\text{s}$	CLK $\uparrow \rightarrow$ CLK $\downarrow$

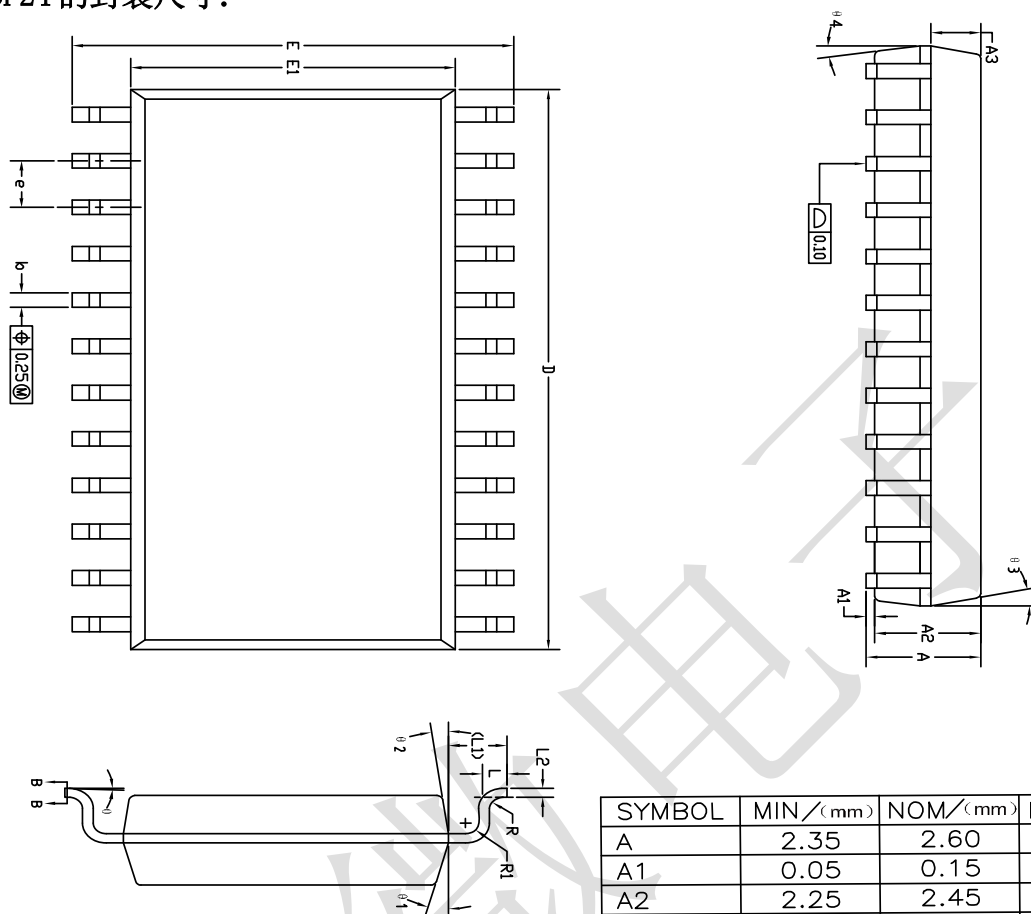
时序波形图:





#### 十四、IC 封装示意图:

SOP24 的封装尺寸:



SYMBOL	MIN/(mm)	NOM/(mm)	MAX/(mm)
A	2.35	2.60	2.80
A1	0.05	0.15	0.30
A2	2.25	2.45	2.65
A3	1.05	1.15	1.25
b	0.36	—	0.49
b1	0.35	0.40	0.45
c	0.21	—	0.34
c1	0.20	0.25	0.30
D	15.24	15.34	15.44
E	9.80	10.20	10.60
E1	7.40	7.50	7.60
e	1.27BSC		
L	0.40	0.60	0.80
L1	1.35REF		
L2	0.25BSC		
R	0.10	—	—
R1	0.10	—	—
$\theta$	0°	—	8°
$\theta_1$	13°	15°	17°
$\theta_2$	6°	8°	10°
$\theta_3$	9.5°	11.5°	13.5°
$\theta_4$	6°	8°	10°

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。)