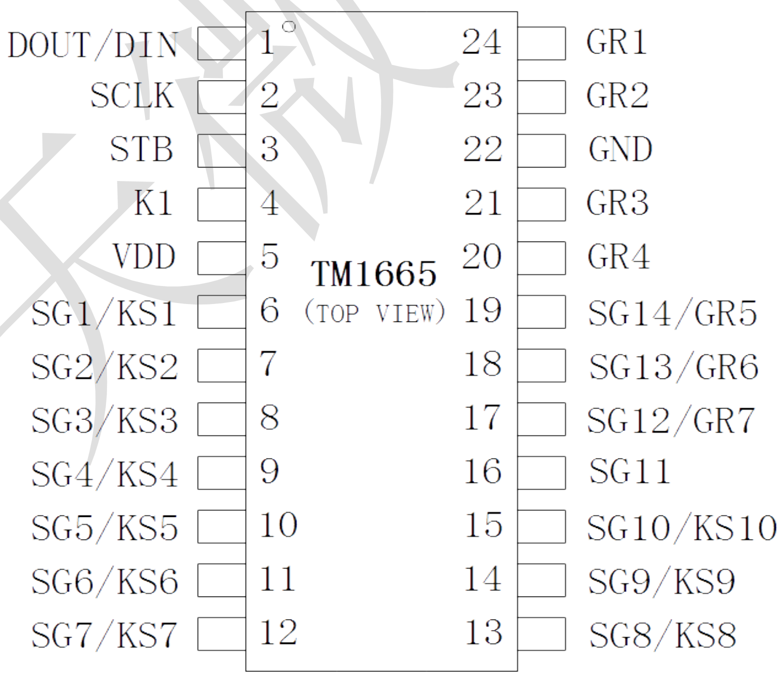
一、 概述

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

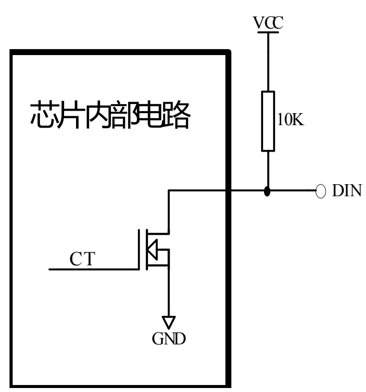
三、 管脚定义：



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5.2KΩ 下拉电阻
SEG11	输出（段）	16	段输出,P管开漏输出,内置5.2KΩ 下拉电阻
GRID1～ GRID4	输出（位）	20～21 23～24	位输出,N管开漏输出,内置4KΩ 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5.2KΩ 下拉电阻；若为GRID脚，内置4KΩ 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**

图（2）

▲注意：芯片显示寄存器在上电瞬间其内部保存的值可能是随机不确定的，此时客户直接发送开屏命令，将有可能出现显示乱码。所以我司建议客户对显示寄存器进行一次上电清零操作，即上电后向14位显存地址（00H-0DH）中全部写入数据0x00。

六、指令说明

指令用来设置显示模式和LED 驱动器的状态。

在STB下降沿后由DIN输入的第一个字节作为指令。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	显示模式命令设置
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

如果在指令或数据传输时STB被置为高电平，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） 显示模式命令设置：

该指令用来设置选择段和位的个数（4～7 位，11～14 段）。当该指令被执行时，显示被强制关闭。在显示模式不变时，显存内的数据不会被改变，显示控制命令控制显示开关。上电时，默认显示模式为 7 位 11 段。

MSB LSB

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	显示模式
0	0	无关项，填 0				0	0	4 位 14 段
0	0					0	1	5 位 13 段
0	0					1	0	6 位 12 段
0	0					1	1	7 位 11 段

（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

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	功能	说明
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

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	功能	说明
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

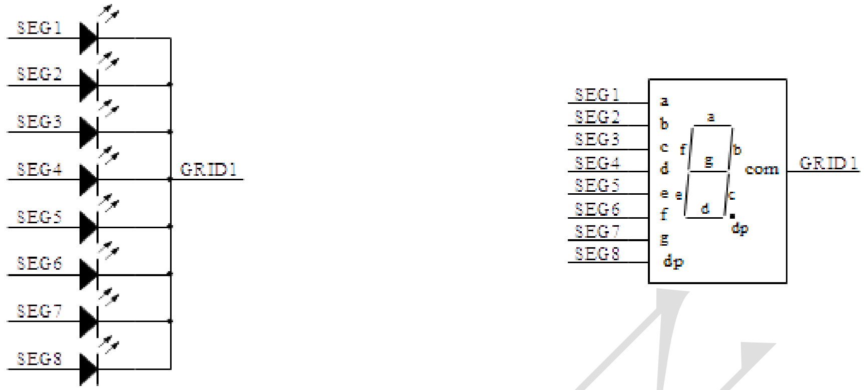
（4） **地址命令设置：**

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）

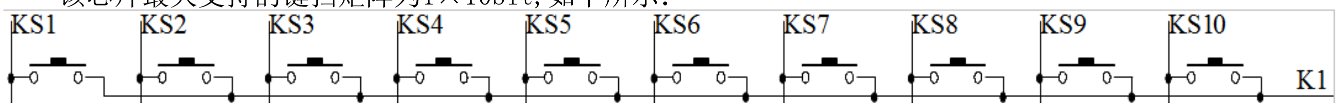
图4给出共阳数码管的连接示意图，如果让该数码管显示“0”，要向地址单元00H(GRID1)、02H(GRID2)、04H(GRID3)、06H(GRID4)、08H(GRID5)、0AH(GRID6)里面分别写数据01H，其余的地址0CH(GRID7)单元全部写数据00H。每一个SEG1-SEG8对应的数据如下表格。

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、键扫描和键扫数据寄存器：

该芯片最大支持的键扫矩阵为1×10bit,如下所示：



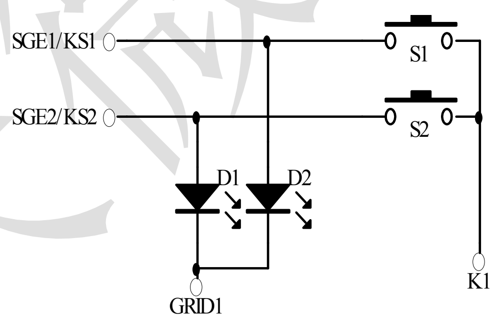
键扫数据储存地址如下所示,先发读按键命令后,开始读取5字节的按键数据BYTE1—BYTE5,读数据从低位开始输出,其中B7和B6位为无效位固定输出为0。芯片K和KS引脚对应的按键按下时,相对应的字节内的BIT位为1。

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。

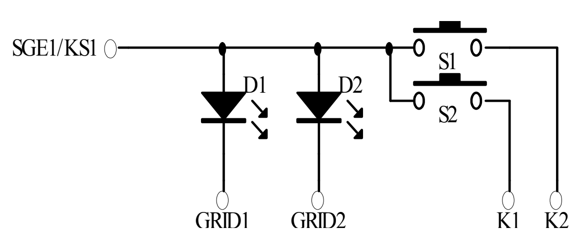
按键复用： 复合按键的问题：SEG1/KS1-SEG10/KS10是显示和按键扫描复用的。以图（5）为例子,显示需要D1亮,D2灭,需要让SEG1为“0”,SEG2为“1”状态,如果S1,S2同时被按下,相当于SEG1,SEG2被短路,这时D1,D2都被点亮。



图（5）

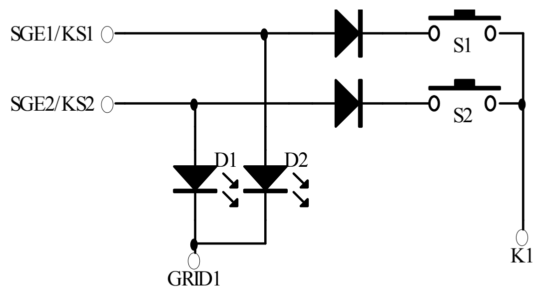
解决方案：

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。



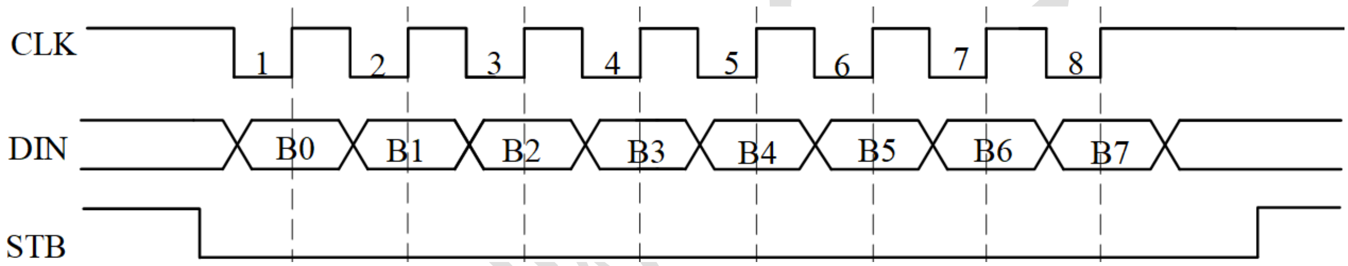
图（7）

▲**注意**：建议使用同一个KS不同的K键作为复合按键。

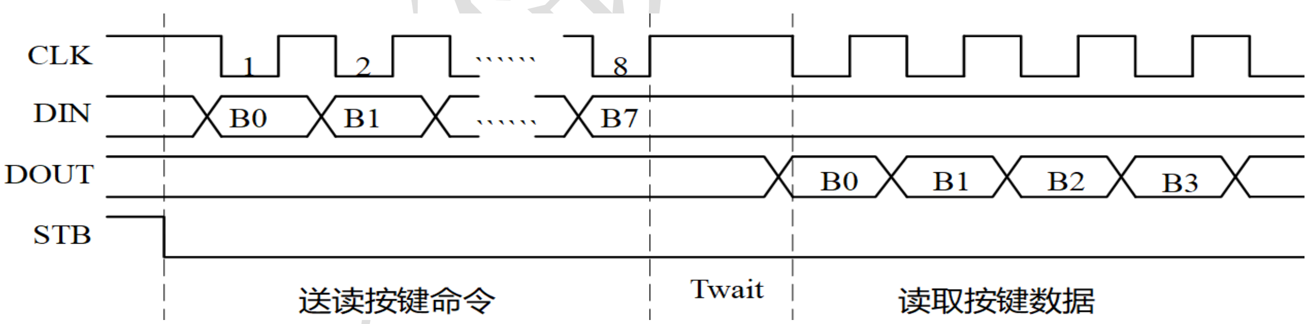
九、串行数据传输格式：

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）



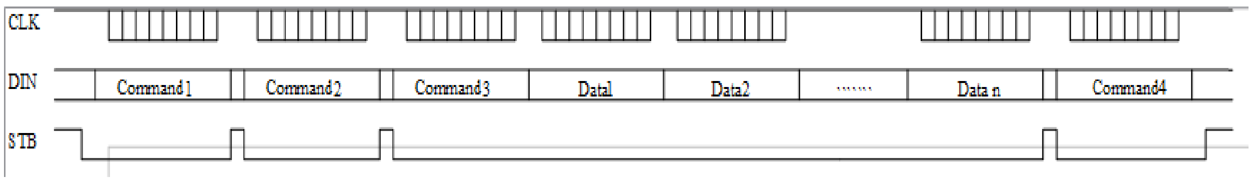
▲**注意**：

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

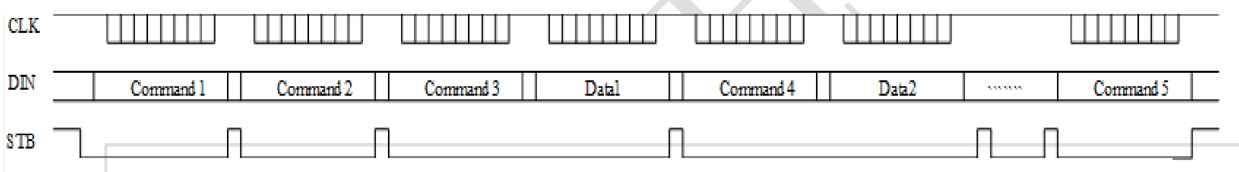
使用地址自动加1模式，设置地址实际上是设置传送的数据流存放的起始地址。起始地址命令字发送完毕，“STB”不需要置高紧跟着传数据，最多14BYTE，数据传送完毕才将“STB”置高。



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

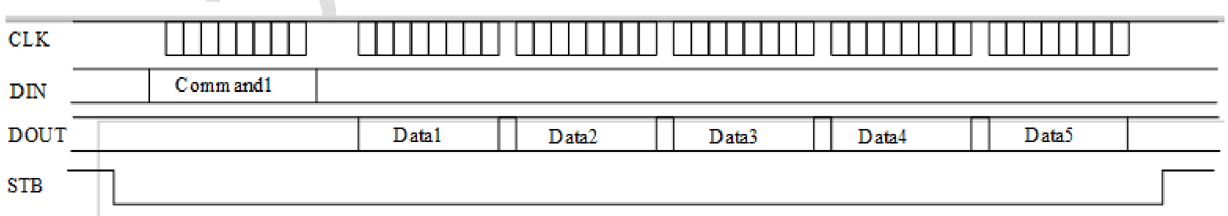
（2） 固定地址模式

使用固定地址模式，设置地址其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

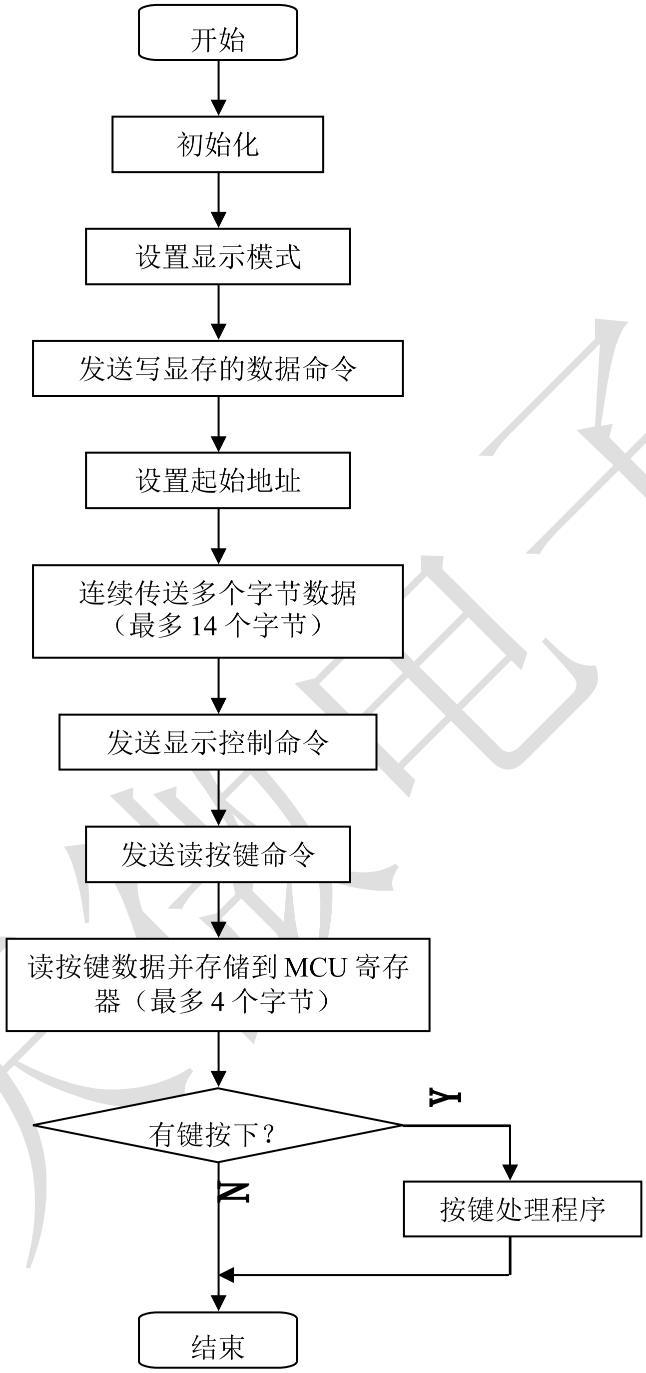
（3）读按键时序



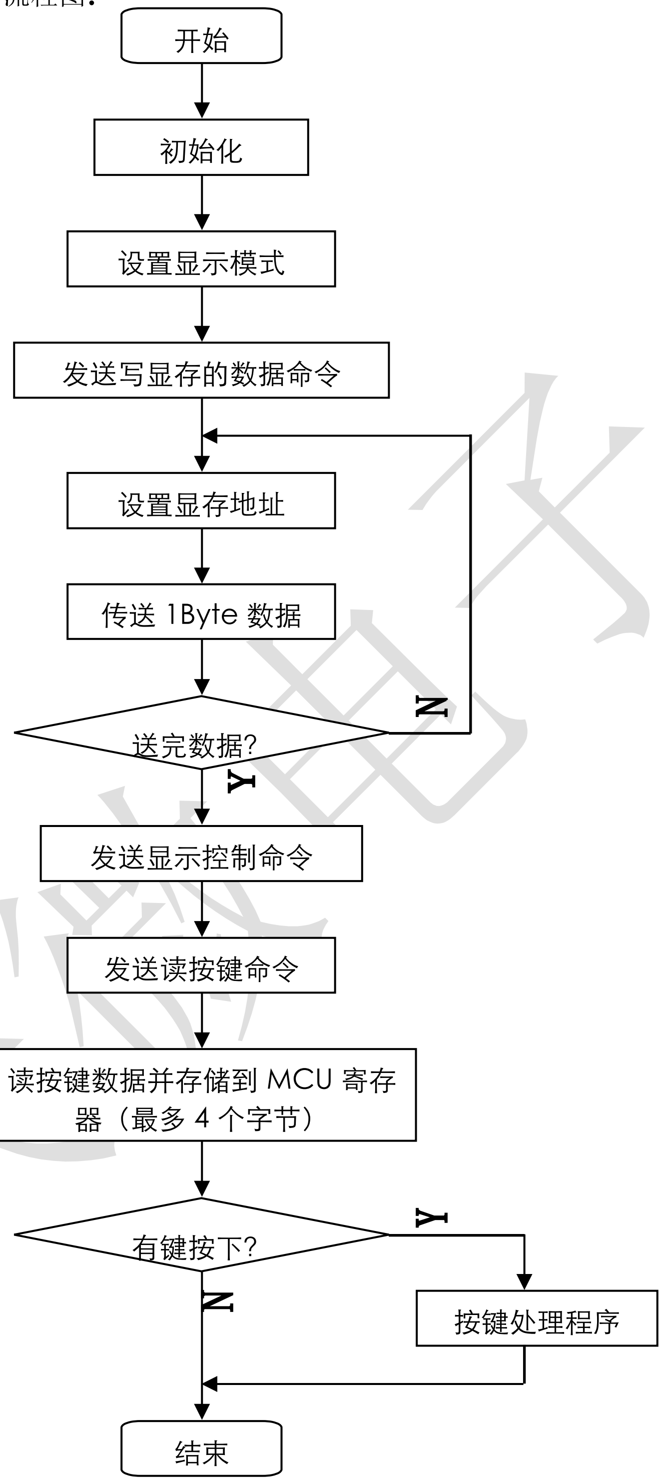
Command1：读按键命令
Data1～5：读取的按键数据

（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：



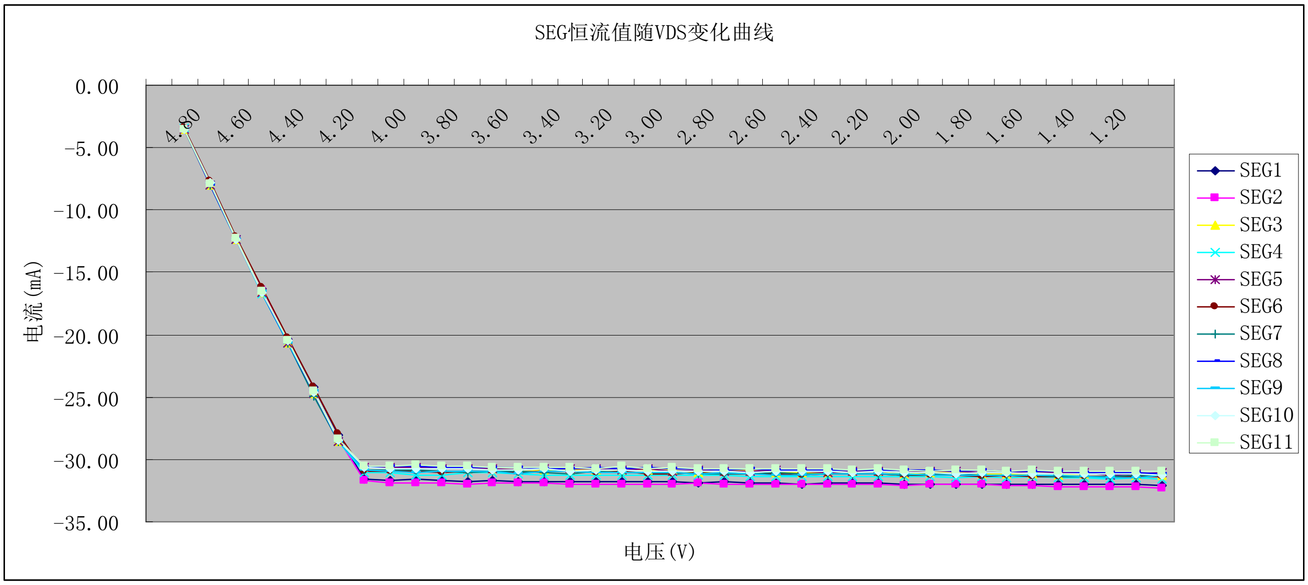
采用固定地址的程序设计流程图：



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)=IDD*VDD+IOUT*Duty*V_{DS}*11

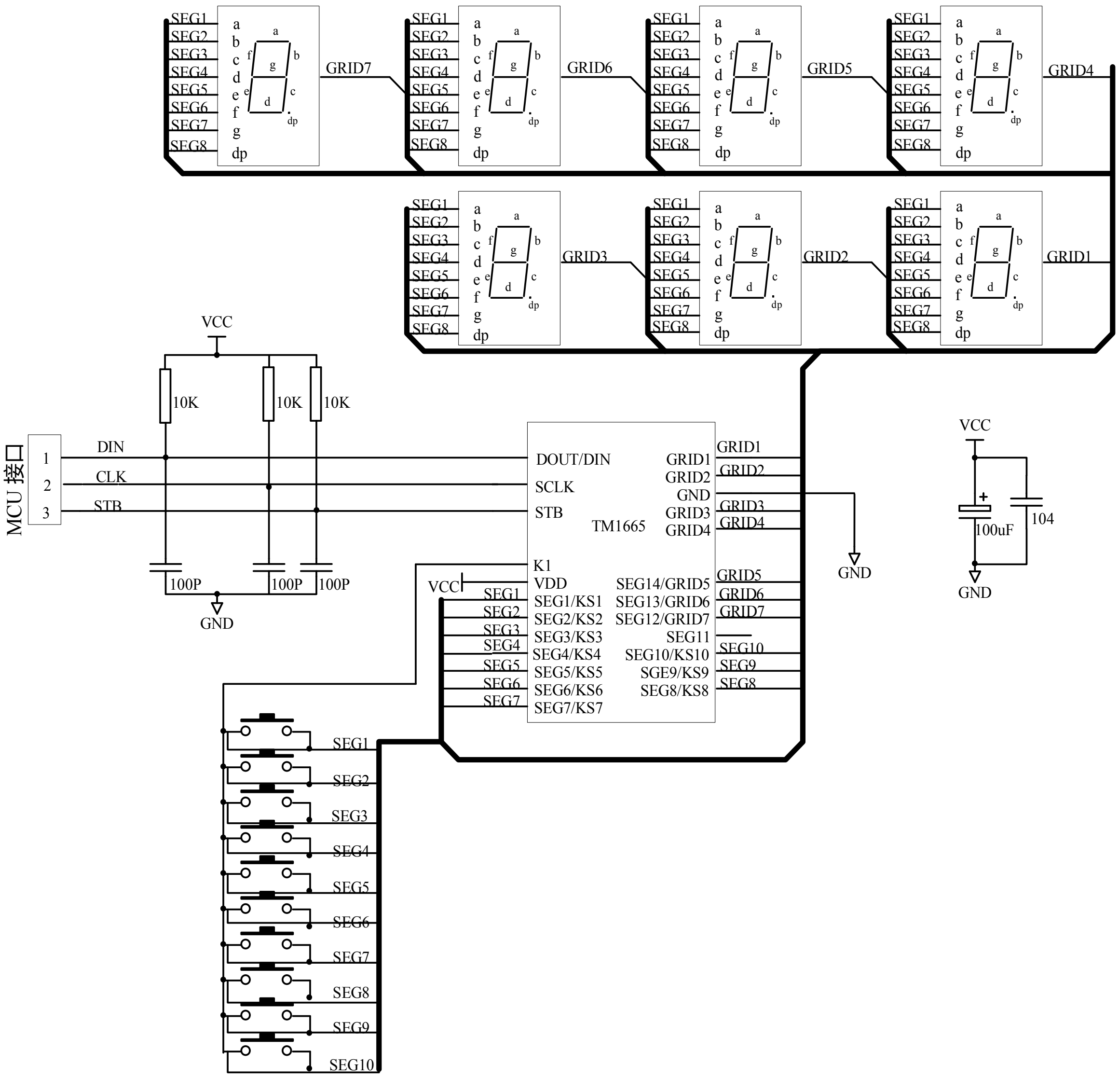
实际功耗必须小于最大功耗，即PD(act)<PD(max)，为了保持PD(act)<PD(max)，输出的最大电流与恒流比的关系为：

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

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

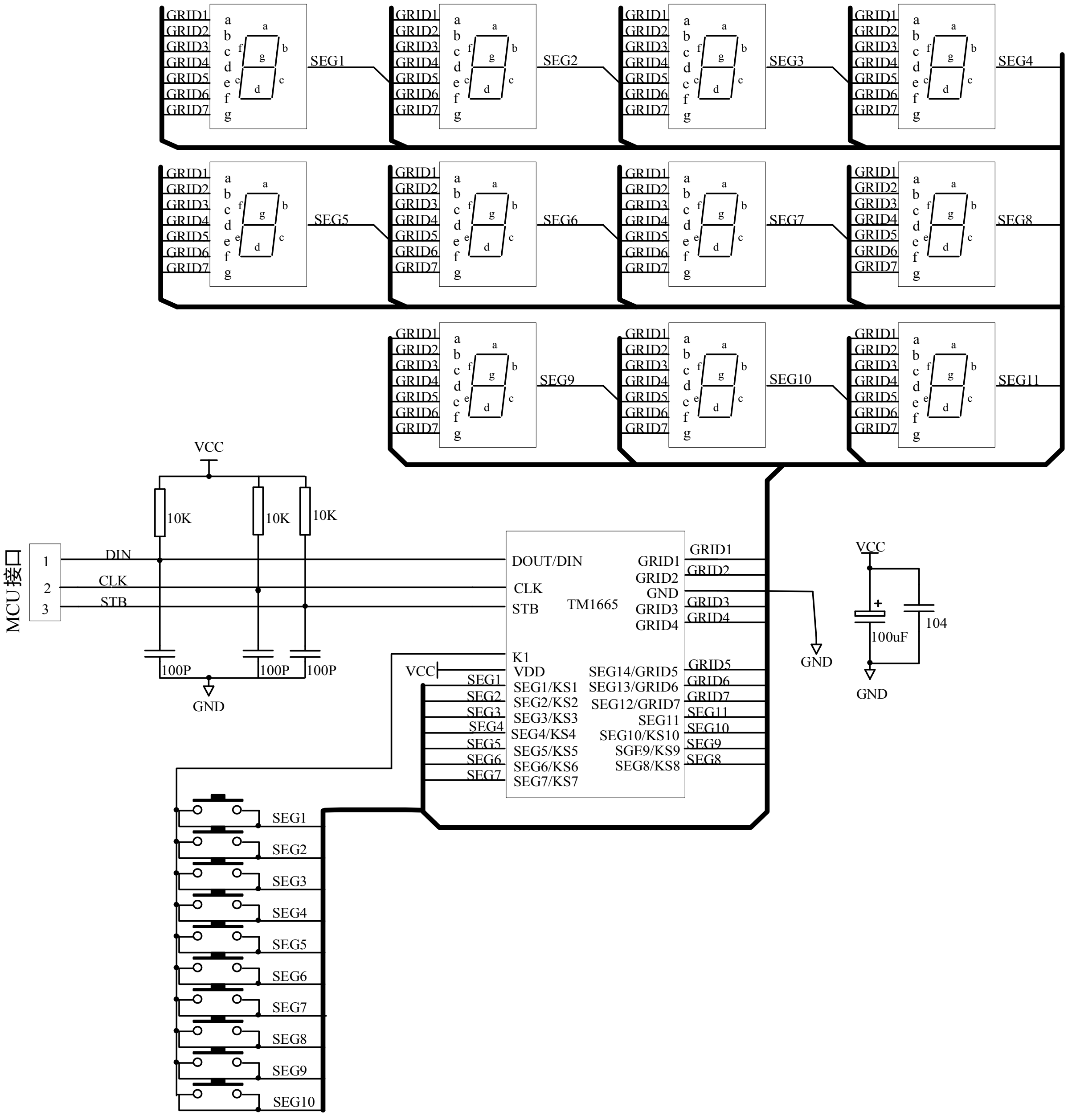
十二、应用电路：

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压约为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	IO1	-40	mA
LED GRID 驱动输出电流	IO2	+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, V_{SS} = 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	Itolsg	-	-	5	%	Vo = VDD - 3V，SEG1～SEG11
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	SCLK，DIN，STB
低电平输入电压	VIL	-	-	0.3 VDD	V	SCLK，DIN，STB
滞后电压	VH	-	0.35	-	V	SCLK，DIN，STB
动态电流损耗	IDDdyn	-	-	5	mA	无负载，显示关

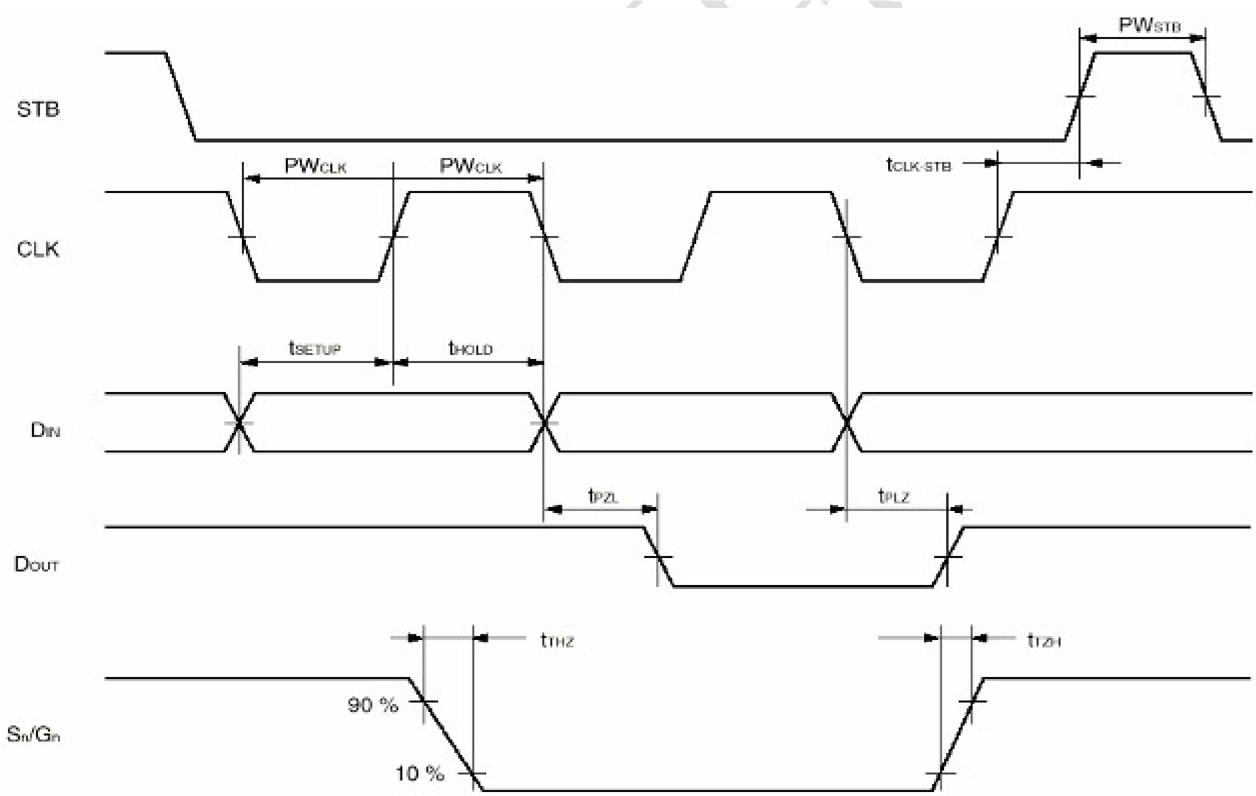
开关特性（Ta = -40 ～ +85℃,VDD = 4.5～5.5V）

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

时序特性（Ta = -40 ～ +85℃,VDD = 4.5～5.5V）

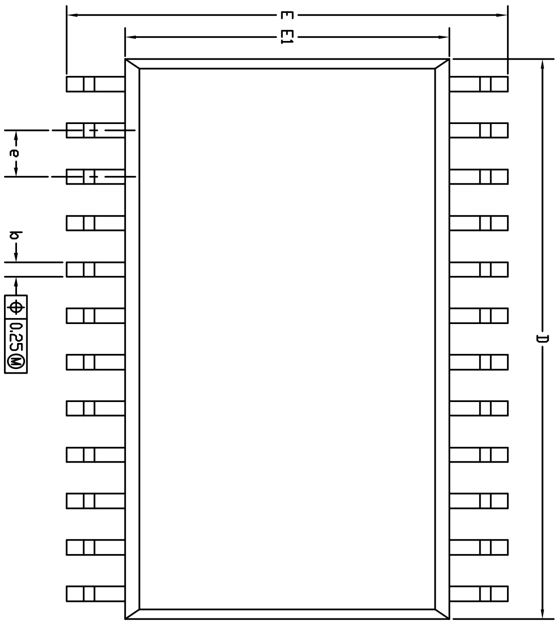
参数	符号	最小	典型	最大	单位	测试条件
时钟脉冲宽度	PWCLK	400	-	-	ns	-
选通脉冲宽度	PWSTB	1	-	-	μs	-
数据建立时间	tSETUP	100	-	-	ns	-
数据保持时间	tHOLD	100	-	-	ns	-
CLK →STB 时间	tCLK STB	1	-	-	μs	CLK↑→STB↑
等待时间	tWAIT	1	-	-	μs	CLK↑→CLK↓

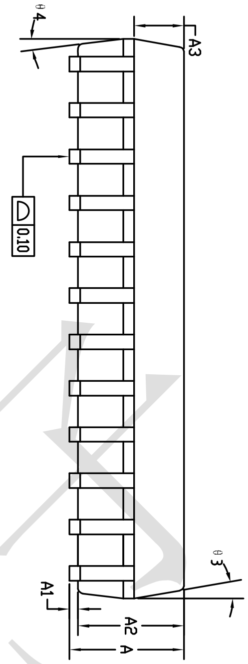
时序波形图：

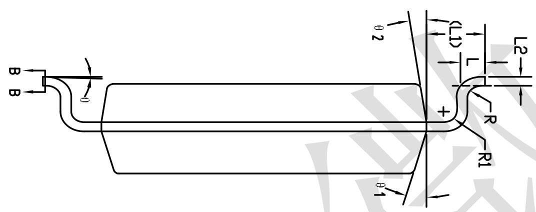


十四、IC封装示意图：

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	—	—
θ	0°	—	8°
θ1	13°	15°	17°
θ2	6°	8°	10°
θ3	9.5°	11.5°	13.5°
θ4	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。)