特性描述

TM1681是一种存储器交换LED显示控制的驱动芯片，可以选择多重的ROW/COM模式（32ROW/8COM和24ROW/16COM），可以用来驱动点阵 LED。该芯片提供了软件设置的 16 个级别的脉宽调制控制输出，可以调整 LED 循环显示的亮度。利用串行接口串行输入的方式，可以便捷地进入命令模式（COMMAND、MDOE ）和数据模式 （DATA 、MODE）,只需要简单的命令就可以建立起主控芯片和 TM1681 的通信。通过 TM1681 便可以进行持续的输出显示，在 LED 灯的显示中具有广泛的应用性，如工业仪表控制,数字钟/温度计/计数器/电压表显示，仪表数据的读出，LED显示，智能手环等应用。本产品性能优良，质量可靠。

功能特点

- 工作电压2.4～5.5V
- 32ROW*8COM 和 24ROW*16COM 两种显示方案可选
- 综合显示存储器——64*4显示RAM（32ROW*8COM），96*4显示RAM（24ROW*16COM）
- 16 个级别脉宽调制控制亮度
- 内置 256KHz RC振荡器
- 四线串行接口通讯
- 数据模式和命令模式指令
- 可选的 NMOS 输出渠道和PMOS 输出渠道
- 封装形式：LQFP48、LQFP52

内部结构框图

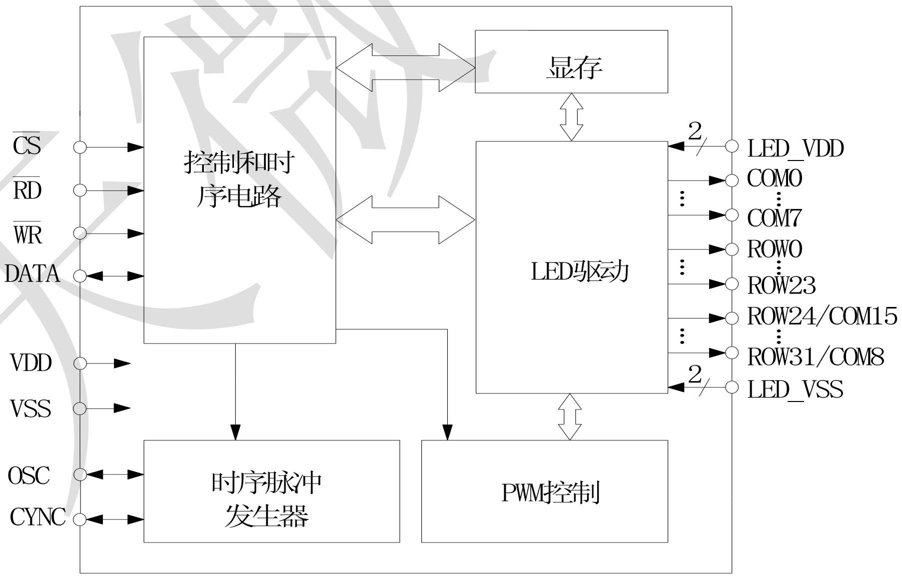


图1

管脚排列

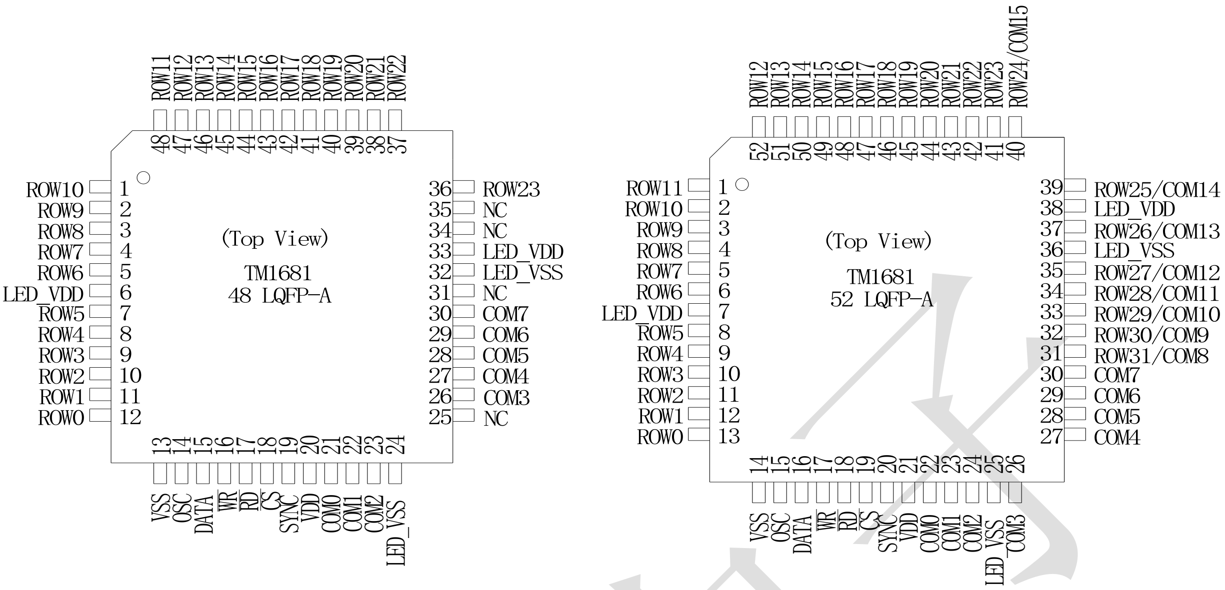


图2

管脚功能

管脚名称	管脚序号	I/O	功能说明
VDD	21	–	芯片逻辑电源正极
VSS	14	–	芯片逻辑电源负极
LED_VDD	7/38	–	LED驱动电源正极，建议接VDD
LED_VSS	25/36	–	LED驱动电源负极，建议接VSS
ROW0～ROW23	1～6/8～13/41～52	O	LED行驱动输出
ROW24/COM15～ROW31/COM8	31～35/37/39/40	O	LED行驱动输出端或者公共输入端
COM0～COM7	22～24/26～30	O	LED公共输入端
SYNC	20	I/O	如果主触发模式或者外部扩展触发模式被选择，则同步信号将从SYNC引脚输出；如果被动模式被选择，则同步信号将从SYNC引脚输入。
OSC	15	I/O	RC振荡主触发模式被选择时，系统时钟由片内RC振荡产生，并且从OSC管脚输出；如果被动模式或者外部扩展触发模式被选择，则系统时钟由OSC 脚从外部输入。
$\overline{\text{CS}}$	19	I	片选信号， $\overline{\text{CS}}$ 为高时，数据和命令的读入和写出将被禁止，串行接口电路复位； $\overline{\text{CS}}$ 位低电平，则可以进行数据和命令的传输
$\overline{\text{RD}}$	18	I	READ模式时钟输入，在 $\overline{\text{RD}}$ 信号的下降沿，TM1681显存内的数据输出到DATA线上；在下一个 $\overline{\text{RD}}$ 信号上升沿锁存数据
$\overline{\text{WR}}$	17	I	WRITE模式时钟输入，在 $\overline{\text{WR}}$ 信号上升沿时，DATA线上的数据被写进TM1681
DATA	16	I/O	串行数据输入/输出

*备注：上表中的管脚序号，以LQFP52封装为例。不同的封装，脚位有所不一样，详情请参考管脚排列图。48PIN封装的显示方式只有24*8。

输入输出等效电路

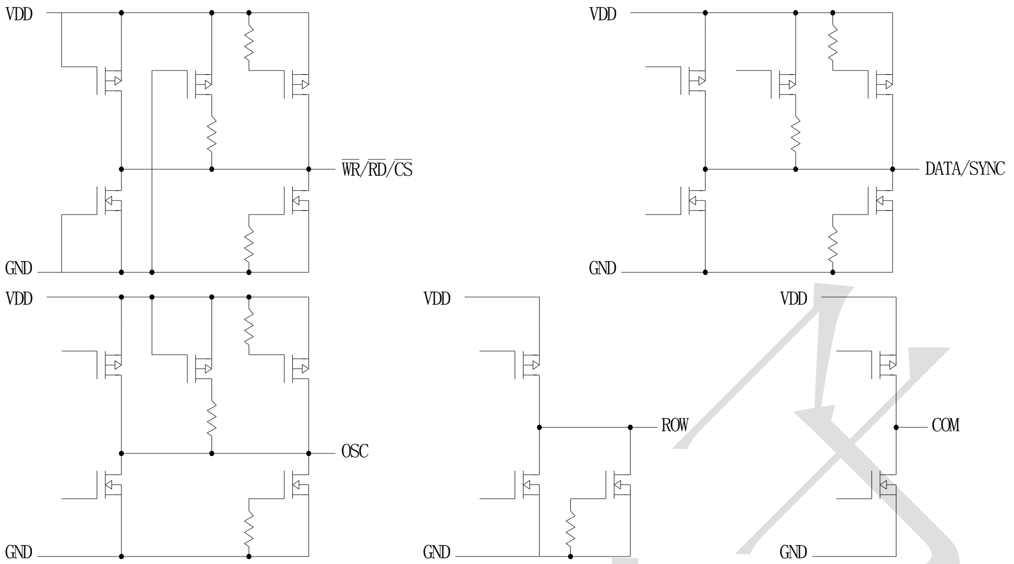


图3

集成电路系静电敏感器件，在干燥季节或者干燥环境使用容易产生大量静电，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，不正当的操作焊接，可能会造成 ESD 损坏或者性能下降，芯片无法正常工作。

极限参数（Ta=+25℃）

参数名称		参数符号	极限值	单　位
逻辑电源电压		VDD	VSS-0.3V ～ VSS+6V	V
输入端电压范围	DATA, $\overline{CS}$, $\overline{WR}$, $\overline{RD}$	Vin	VSS-0.3～VDD+0.3	V
工作温度范围		Topt	-40～+85	℃
储存温度范围		Tstg	-55～+125	℃

（1）芯片长时间工作在上述极限参数条件下，可能造成器件可靠性降低或永久性损坏，天微电子不建议实际使用时任何一项参数达到或超过这些极限值。

（2）所有电压值均相对于系统地测试。

推荐工作条件

参数名称	参数符号	最小值	典型值	最大值	
工作电压	VDD	2.4	5.0	5.5	V
输入低电平电压	Vil	0	-	0.3VDD	V
输入高电平电压	Vih	0.7VDD	-	5	V

电气特性

在 VDD=2.4~ 5.5V 及 Ta=+25℃下测试，除非另有说明				TM1681			单位
参数名称	参数符号	VDD	测试条件	最小值	典型值	最大值	
工作电流	IDD	5.0V	片内 RC，空载，开显示		0.3	0.6	mA
待机电流	ISTB	5.0V	省电模式，空载		0.1	10	μA
OSC,SYNC,DATA 灌电流	IOL1	5.0V	Vol=0.5V	18	25	-	mA
OSC,SYNC,DATA 拉电流	IOH1	5.0V	Voh=4.5V	-10	-13	-	mA
ROW 灌电流	IOL2	5.0V	Vol=0.5V	12	16	-	mA
ROW 拉电流	IOH2	5.0V	Voh=4.5V	-50	-70	-	mA
COM 灌电流	IOL3	5.0V	Vol=0.5V	250	350	-	mA
COM 拉电流	IOH3	5.0V	Voh=4.5V	-45	-60	-	mA
上拉电阻	Rph	5.0V	DATA, $\overline{WR}$, $\overline{CS}$, $\overline{RD}$	18	27	40	kΩ

开关特性

在 VDD=2.4~ 5.5V 及 Ta=+25℃下测试，除非另有说明				TM1681			单位
参数名称	参数符号	VDD	测试条件	最小值	典型值	最大值	
系统时钟	Fsys	5.0V	片内 RC	230	256	282	kHz
LED 驱动扫描频率	Fled	5.0V	1/8 duty	-	Fsys/2624	-	Hz
			1/16 duty	-	Fsys/2624	-	Hz
$\overline{WR}$ 时钟频率	Fclk1	5.0V	50%占空比	-	-	1	MHz
$\overline{RD}$ 时钟频率	Fclk2	5.0V	50%占空比	-	-	500	kHz
$\overline{CS}$ 复位脉宽	Tcs	-	-	250	-	-	ns
$\overline{WR}$, $\overline{RD}$ 输入脉宽	Tclk	5.0V	写模式	0.5	-	-	μs
			读模式	1.0	-	-	μs
DATA 上升/下降时间	Tr/Tf	-	-	-	50	100	ns
DATA 建立时间	Tsu	-	$\overline{WR}$, $\overline{RD}$ 时钟	50	100	-	ns
DATA 保持时间	Th	-	$\overline{WR}$, $\overline{RD}$ 时钟	100	200	-	ns
$\overline{CS}$ 建立时间	Tsu1	-	$\overline{WR}$, $\overline{RD}$ 时钟	50	100	-	ns
$\overline{CS}$ 保持时间	Th1	-	$\overline{WR}$, $\overline{RD}$ 时钟	100	200	-	ns
DATA 输出延时	Tod	-	-	-	100	200	ns

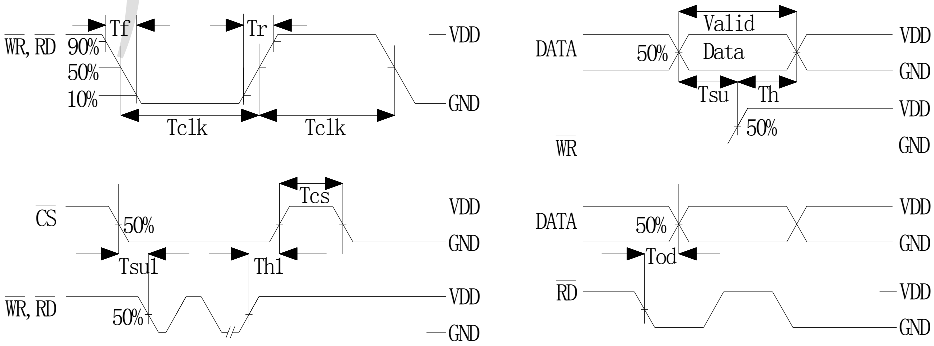


图4

功能描述

1 显示内存（RAM）

静态显示内存包含 64*4 位和 96*4 位两种格式来存储需要显示的数据，如果模式 32ROW/8COM 模式被选择，则 RAM 的存储空间 64*4 位；如果模式 24ROW/16COM 模式被选择，则 RAM 的存储空间为 96*4 位，RAM 中的数据直接映射到 LED 显示驱动器。如果 RAM 的数据设置为“1”，则对应 LED 将被点亮。RAM 中的数据也可以通过 READ,WRITE,和 READ-MODIFY-WRITE 命令进行读写操作，下图 5 和图 6 给出的是 RAM 到 LED 的映射图：

	COM7	COM6	COM5	COM4		COM3	COM2	COM1	COM0	
ROW0					01H					00H
ROW1					03H					02H
⋮		⋮	⋮		⋮		⋮	⋮		⋮
					3FH					3EH
	D3	D2	D1	D0	Addr / Data	D3	D2	D1	D0	Addr / Data

32 ROW & 8 COM for 64×4 Display RAM

图5

	COM15	COM14	COM13	COM12		......	COM3	COM2	COM1	COM0	
ROW0					03H	......					00H
ROW1					07H	......					04H
⋮		⋮	⋮		⋮	......		⋮	⋮		⋮
ROW24					5FH	......					5CH
	D3	D2	D1	D0	Addr / Data		D3	D2	D1	D0	Addr / Data

24 ROW & 16 COM for 96×4 Display RAM

图6

2 系统时钟

TM1681 的系统时钟用来产生系统工作的时钟频率。LED 驱动时钟、系统时钟可以取自片内的 RC 振荡器（256KHz）或者使用 S/W 设置由外部时钟输入。系统振荡器构造如图 7 所示。当 SYS DIS 命令被执行时，系统时钟停止，LED 工作循环将被关闭（这条指令只能适用与片内 RC 振荡器）。一旦系统时钟停止时，LED 显示为空白，时基也会丧失其功能。LED_OFF 命令用来关闭 LED 工作循环，LED 工作循环被关闭之后，用 SYS DIS 命令节省电源开支，充当省电命令；如果是片外时钟源被选择的话，使用 SYS DIS 命令不能够关闭振荡器以及执行省电模式。晶体振荡器可以通过 OSC 管脚提供时钟频率，在这种情况下，系统将不能进入省电模式。在系统上电时，TM1681 默认处在 SYS DIS 状态下。

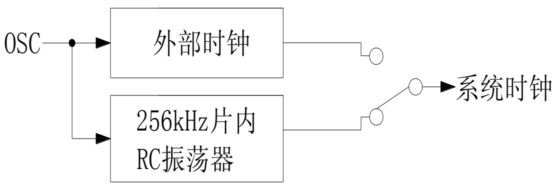


图7

3 级联操作

在级联操作时，级联的第一颗芯片设置为主机模式，其管脚 SYNC 和 OSC 用作输出；级联的第二片芯片设置为从机模式，其管脚 SYNC 和 OSC 用作输入，并与主机芯片的 SYNC 和 OSC 脚连接。详细设置请参考级联应用电路图。

4 LED驱动

TM1681 含有 256(32*8)和 384(24*16)两种模式的 LED驱动，可以设定成 32*8 或者 24*16 显示模式，通过COM口输出可以选择 N-MOS 或者 P-MOS 输出渠道。这些特性使得TM1681 可以适应不同的 LED应用场合。LED 驱动时钟源于系统时钟，驱动的时钟一般情况下选择片内 RC 振荡器 256KHz 或者扩展的外部振荡器。

LED 相对应的控制情况如下表所示，其中粗体的 **100** 标识位命令模式；如果命令被连续输出则命令前面的标识将被将省略。LED OFF 命令将会通过关闭其工作循环来关闭 LED 的显示；LED ON 命令通过打开 LED 工作循环来驱动 LED 显示。

命令名称	类型码	命令代码	功能描述
LED OFF	**100**	0000_0010_X	关闭LED显示
LED ON	**100**	0000_0011_X	开启LED显示
COM操作	**100**	0010_abXX_X	ab=00:设置为N-MOS开漏输出，8COM模式
			ab=01:设置为N-MOS开漏输出，16COM模式
			ab=10:设置为P-MOS开漏输出，8COM模式
			ab=11:设置为P-MOS开漏输出，16COM模式

5 闪光灯

TM1681 具有闪烁功能，可以使得所有的 LED 按一定频率闪烁；闪烁速率可通过 Blink 命令设置，可以分为为 2Hz/1Hz/0.5Hz。以下是闪烁频率为 2Hz 的输出波形：

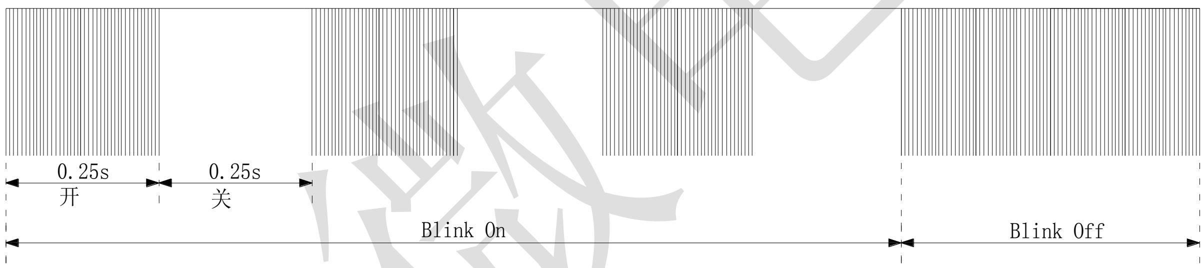


图8

6 命令格式

S/W 设置可以配置 TM1681，可以用两种命令模式来配置 TM1681 的资源以及传输 LED 显示数据。命令模式标识１００，命令模式由系统配置命令、系统时钟选择命令、LED 配置命令和运行命令组成。数据模式包括数据的读、写、读修改写指令；下表是数据模式 ID(标识)和命令模式 ID(标识)对应类型码。制式选择应该在命令和数据被传输前选择，如果命令被连续传输，则命令模式标识(ID)１００ 可以被省略。如果系统工作在非连续命令或者非连续数据地址时，/CS 引脚应该被置“1”，先前的操作模式也会被复位，一旦/CS 被置 0，一个新的操作标识会被输入。

操作	模式	类型码
READ	数据	110
WRITE	数据	101
READ-MODIFY-WRITE	数据	101
COMMAND	命令	100

7 LED 驱动模式输出波形

32×8 N-MOS 开漏输出驱动模式输出波形如下图 9 所示（Tclk=1/Fsys）：

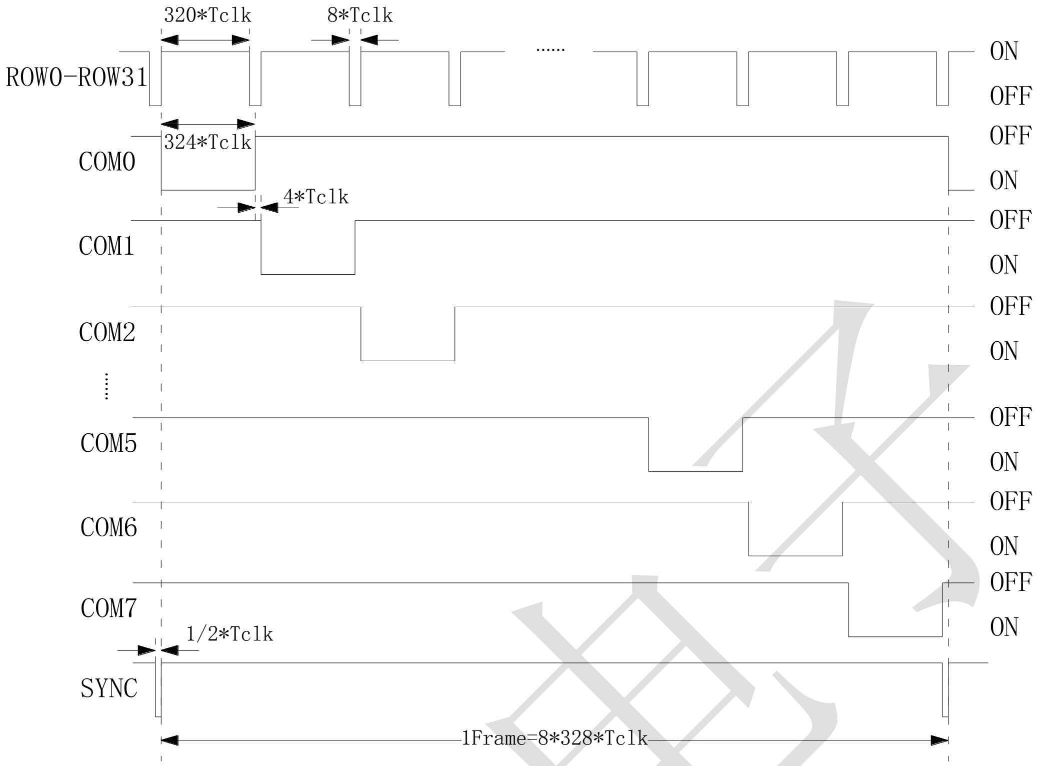


图9

24×16 P-MOS 开漏输出驱动模式(Tclk=1/Fsys，COM 脚外加晶体管)输出波形如下图 10 所示：

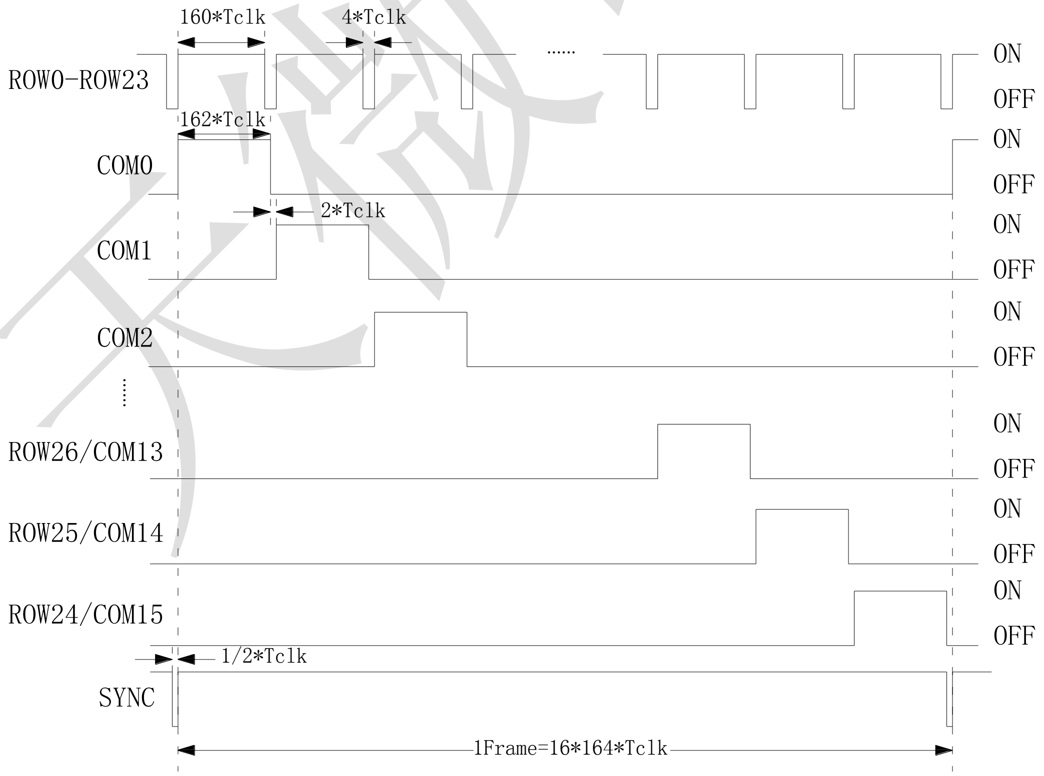


图10

8 亮度调节设置

TM1681 可以通过设置 ROW 端的 PWM 驱动脉宽进行多种亮度控制。下图 11 为不同占空比条件下 COM 和 ROW 端的输出波形：(1) T=20×Tclk(32×8 驱动模式)；(2)T=10×Tclk(24×16 驱动模式)；(3)Tclk=1/Fsys

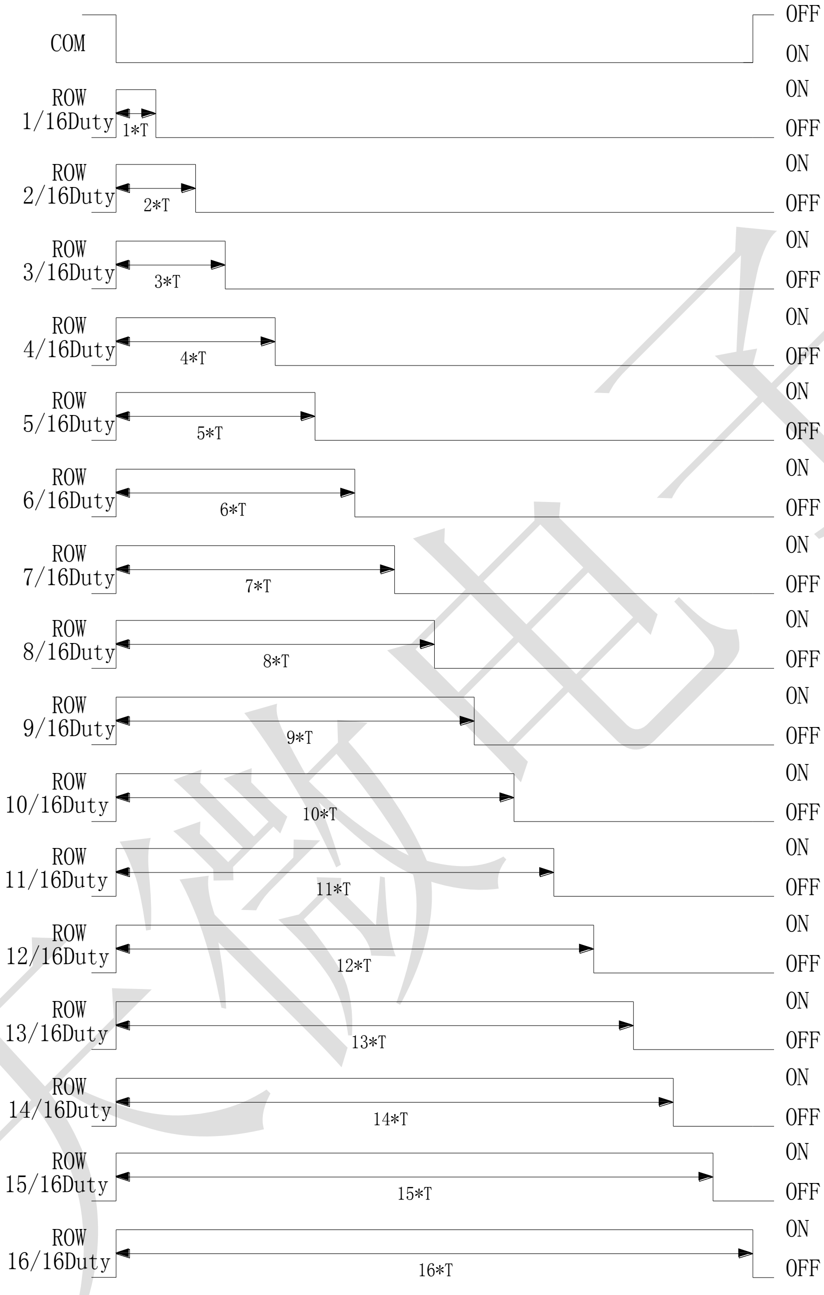


图11

9 外部特性

MCU 与 TM1681 通信只需要 4 根线便可。/CS 用来使能串行接口信号的传输以及终止其与外部 MCU 的通信，如果/CS 被置 1，则数据和命令的传输被禁止；DATA 是串行传输数据线；/RD 引线用来输入读时钟，在/RD 的下降沿，RAM 数据将会锁存在 DATA 线，MCU 可在/RD 的上升沿至下一个下降沿到来之前读取 RAM 的数据；/WR 引线用来输入写时钟，在/WR 的上升沿，DATA 线上的数据，地址和命令将会被写入 TM1681。

时序图

READ 模式（命令代码：110）

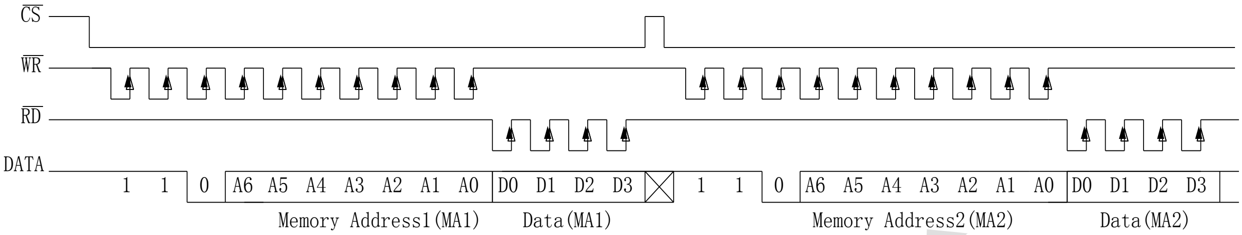


图 12

READ 模式（读连续地址）

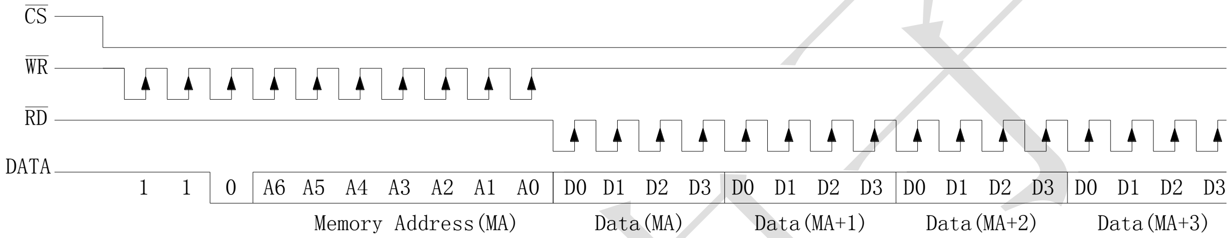


图13

WRITE 模式（命令代码：101）

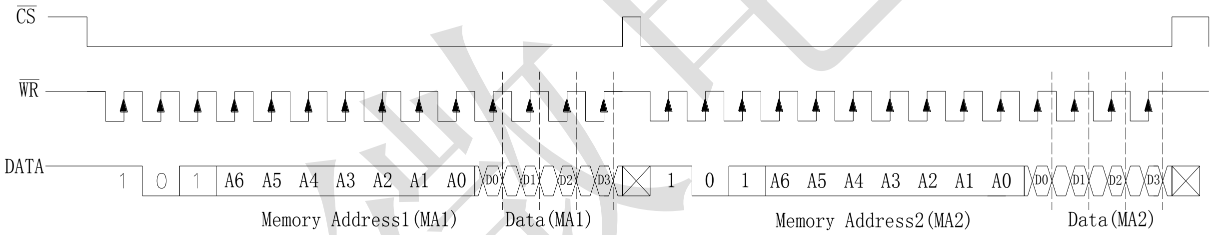


图 14

WRITE 模式（写连续地址）

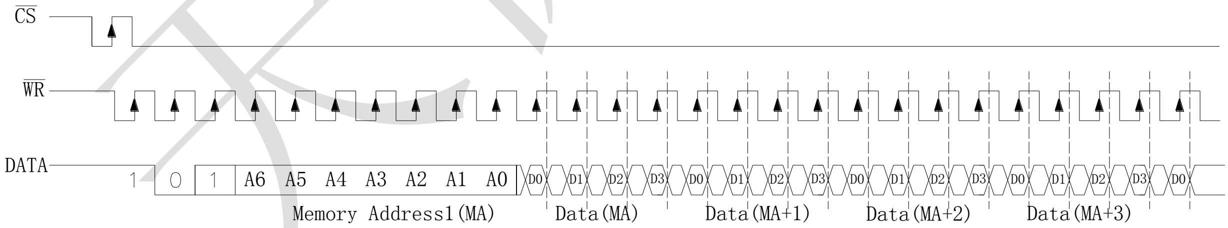


图 15

READ-MODIFY-WRITE 模式（命令代码：101）

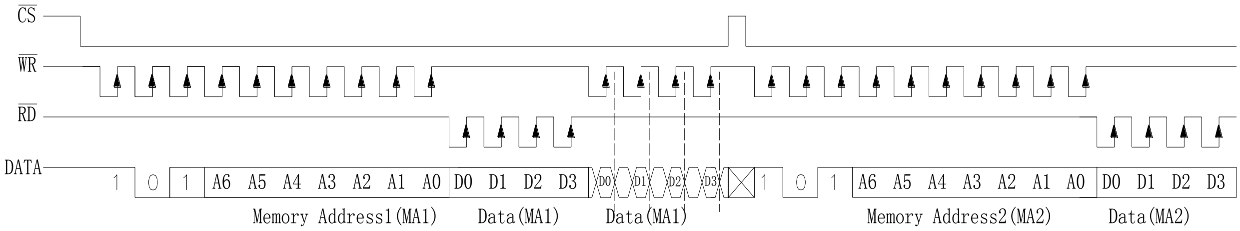


图 16

READ-MODIFY-WRITE 模式（访问连续地址）

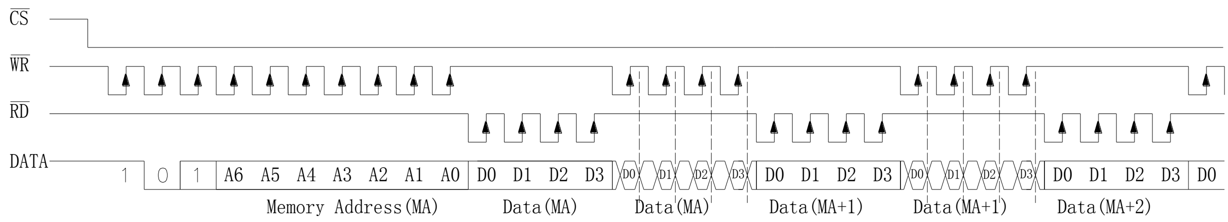


图 17

命令模式（命令代码：100）

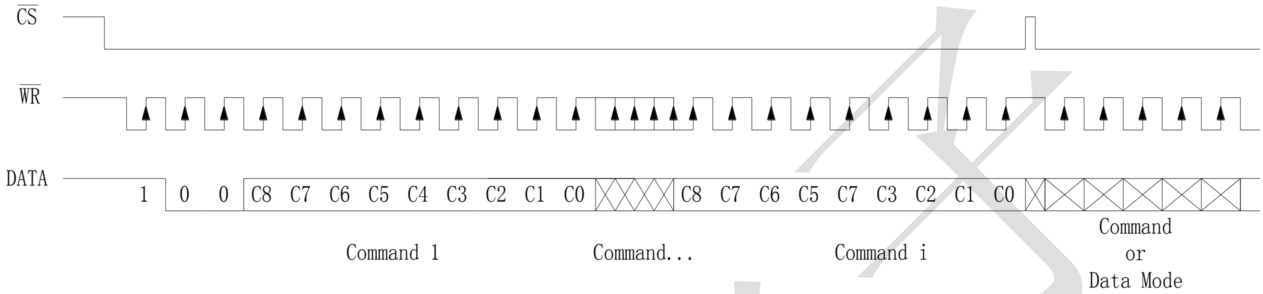


图18

数据和命令模式

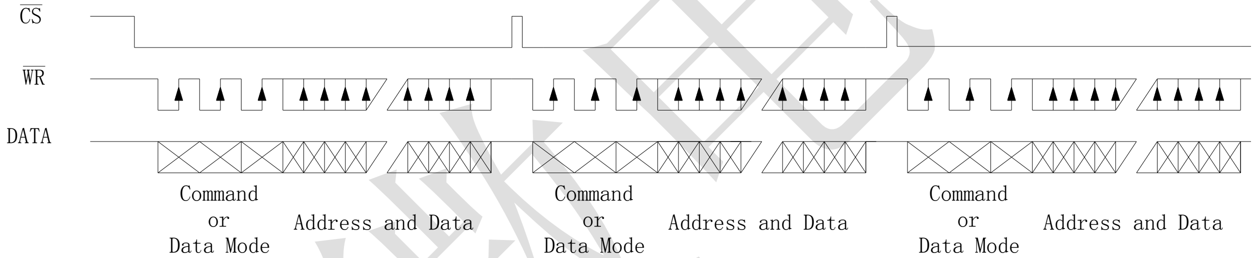


图 19

应用电路

低功耗 LED 应用（直接驱动方式）：32ROW*8COM 模式举例（图 20）

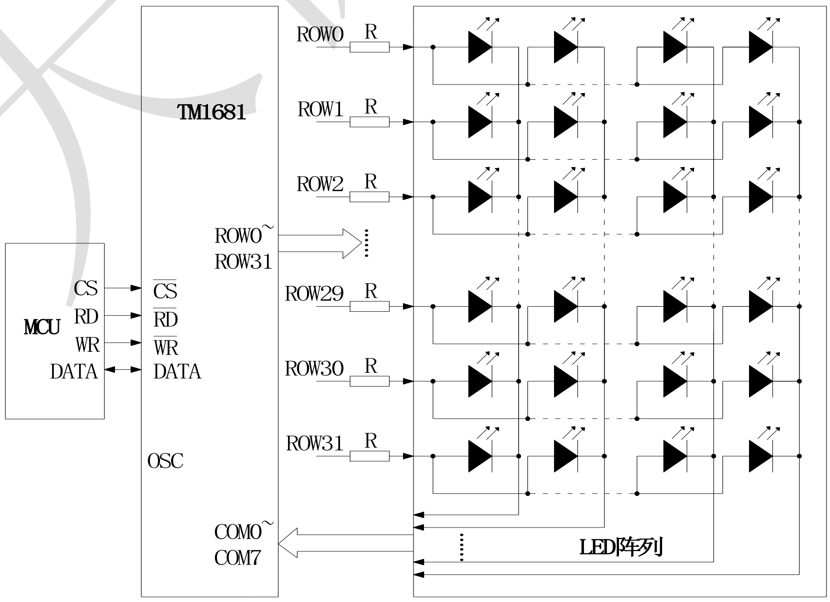


图20

低功耗 LED 应用（直接驱动方式）：24ROW*16COM 模式举例（图 21）

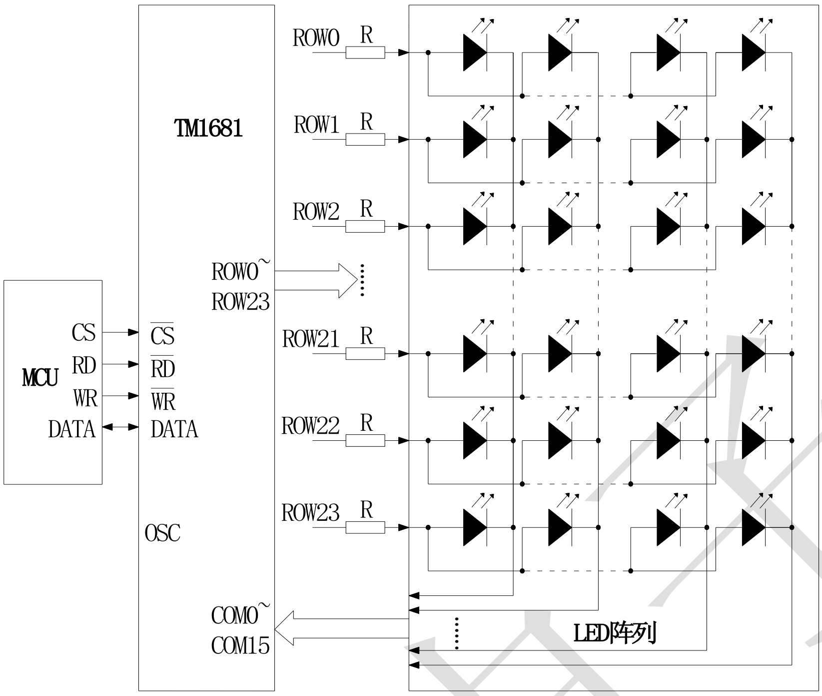


图 21

中功耗 LED 应用（COM 加晶体管驱动方式）：32ROW*8COM 模式举例（图 22）

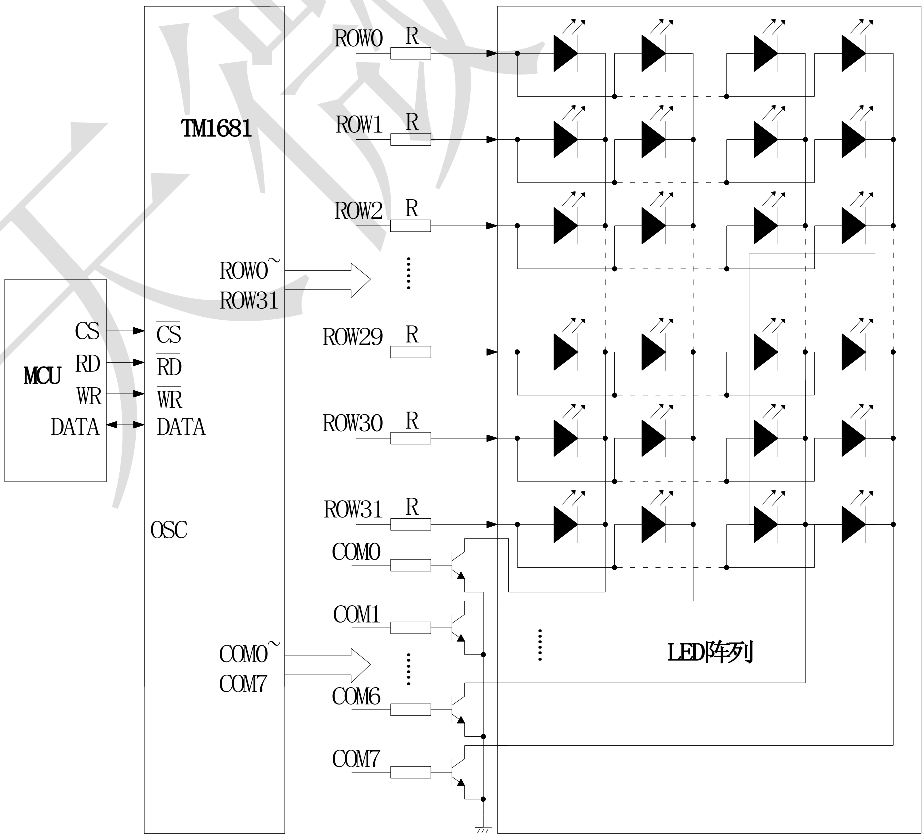


图 22

中功耗 LED 应用（COM 加晶体管驱动方式）：24ROW*16COM 模式举例（图 23）

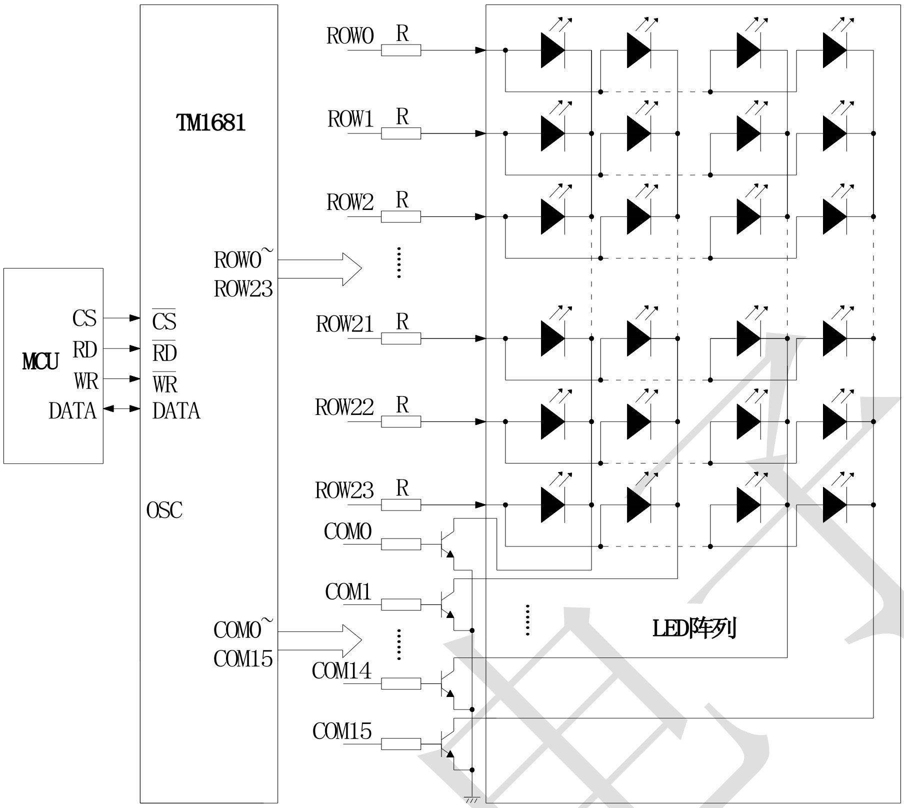


图 23

大功耗 LED 应用（ROW 和 COM 加晶体管驱动方式）：32ROW*8COM 模式举例（图 24）

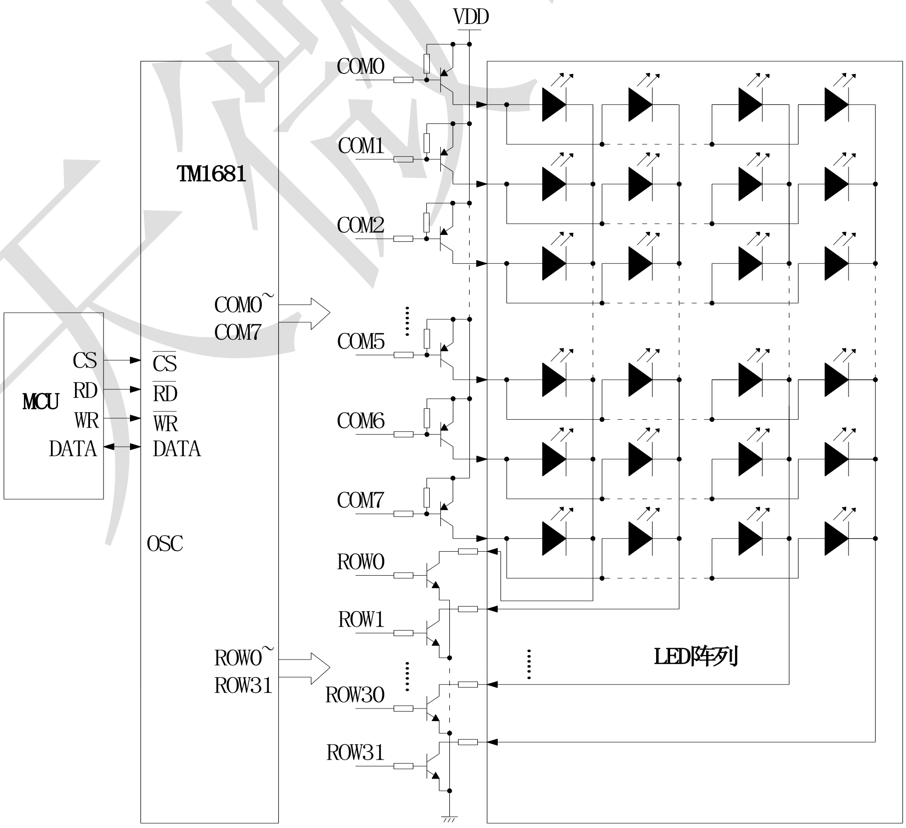


图 24

大功耗 LED 应用（ROW 和 COM 加晶体管驱动方式）：24ROW*16COM 模式举例（图 25）

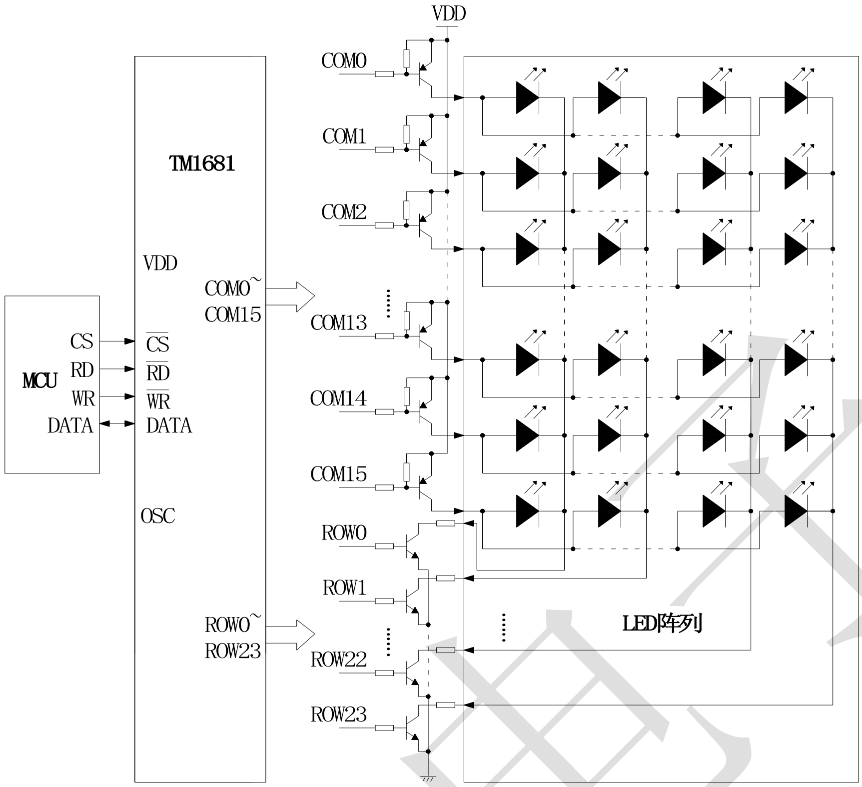


图 25

级联应用（直接驱动方式）：32ROW*8COM 模式举例（图 26）

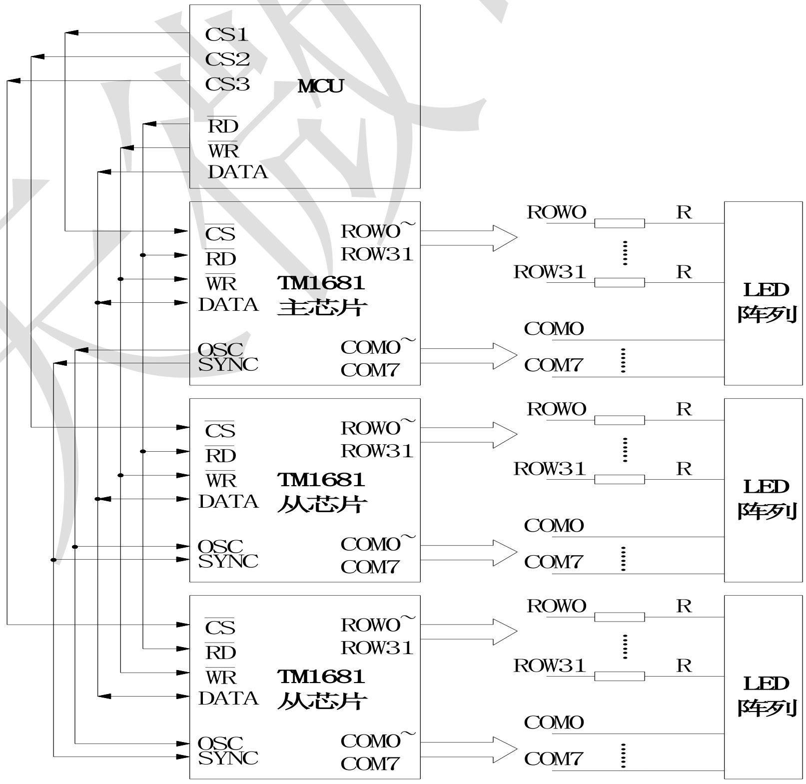


图 26

级联应用（COM 加晶体管驱动方式）：32ROW*8COM 模式举例（图 27）

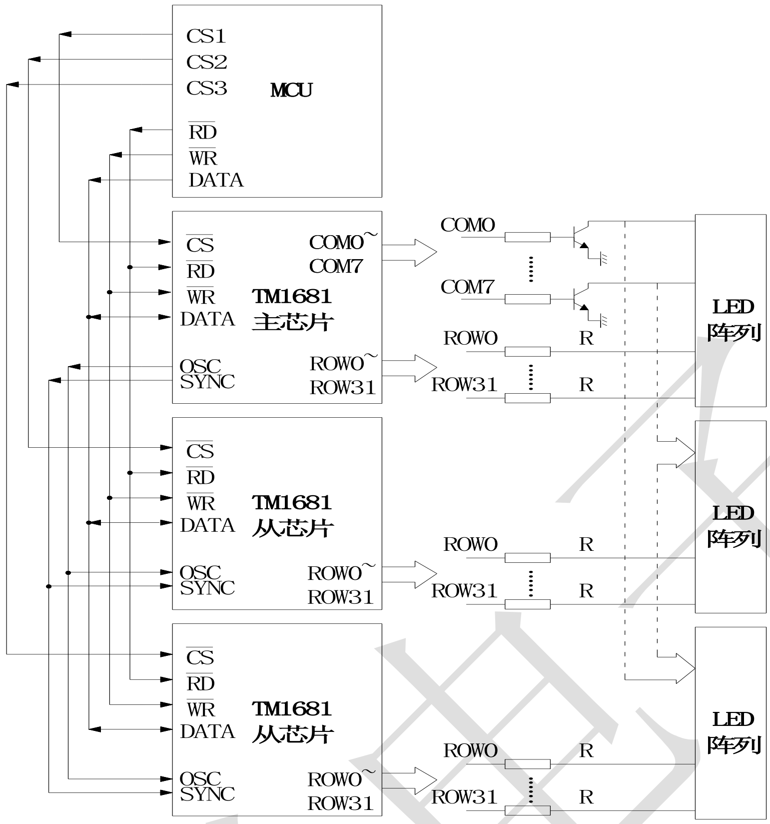


图 27

级联应用（直接驱动方式）：24ROW*16COM 模式举例（图 28）

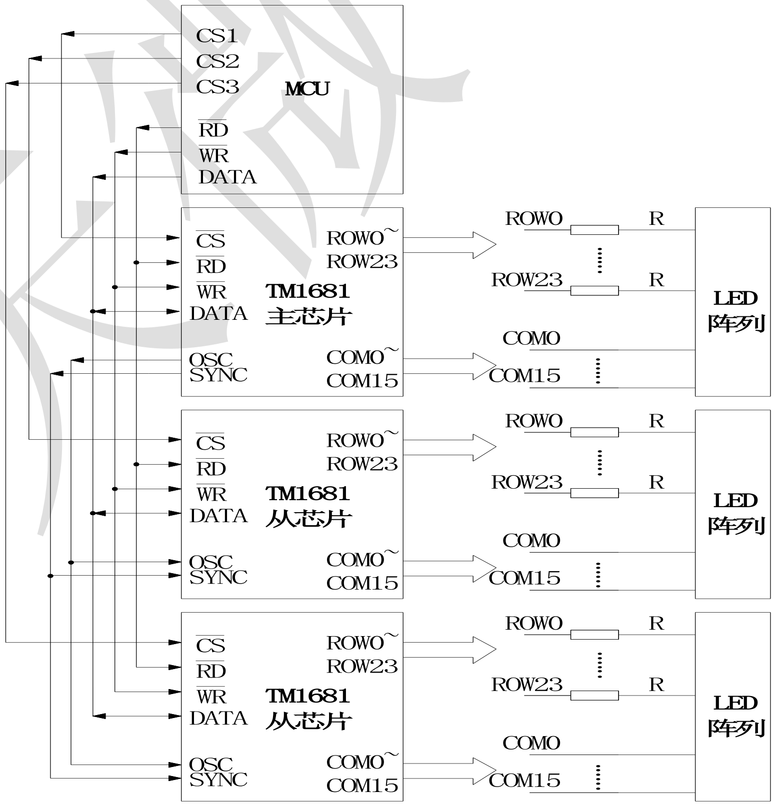


图 28

级联应用（COM 加晶体管驱动方式）：24ROW*16COM 模式举例（图 29）

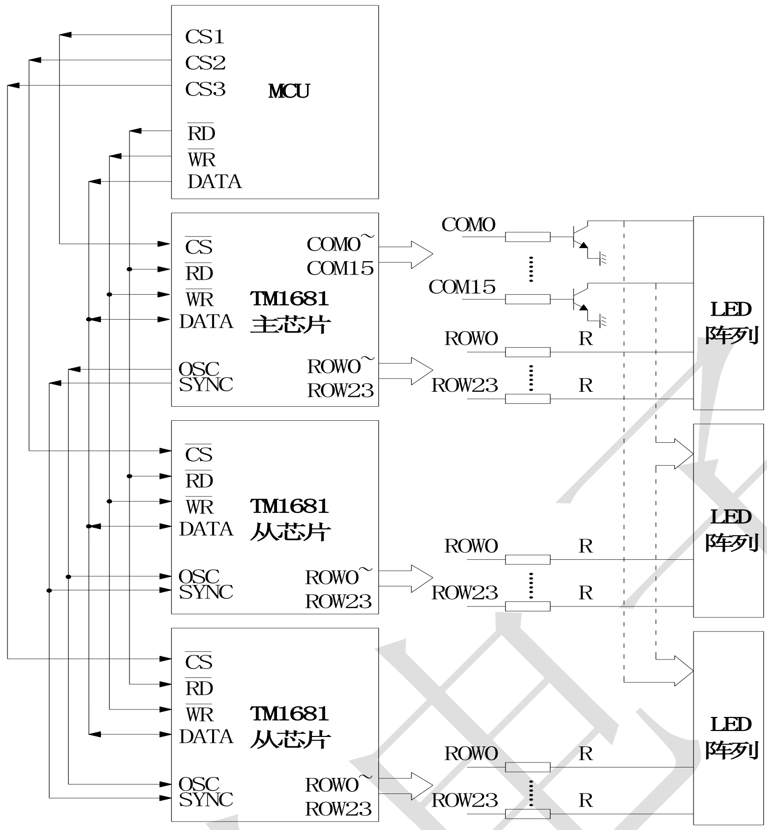
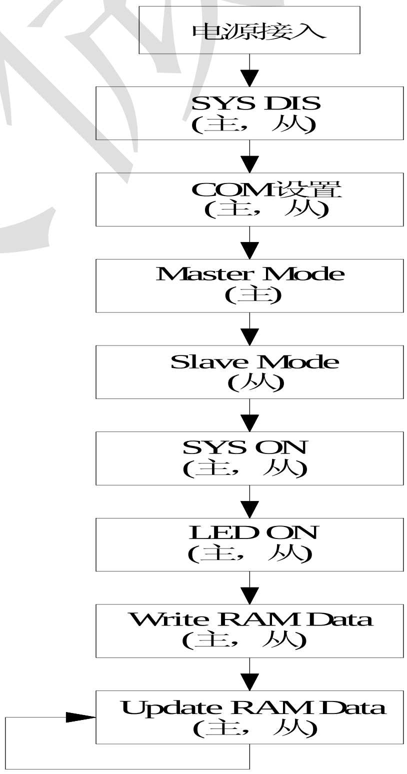


图 29

一般设计流程图



命令概述表：

命令名称	类型码	命令代码	D/C	功能描述	默认
READ	**110**	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 D0 D1 D2 D3	D	读显存数据	
WRITE	**101**	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 D0 D1 D2 D3	D	写显存数据	
READ-MODIFY-WRITE	**101**	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 D0 D1 D2 D3	D	读和写数据	
SYS DIS	**100**	0000_0000_X	C	关闭系统时钟和 LED 循环	√
SYS EN	**100**	0000_0001_X	C	打开系统振荡器	
LED OFF	**100**	0000_0010_X	C	关闭 LED 循环	√
LED ON	**100**	0000_0011_X	C	开启 LED 循环	
BLINK OFF	**100**	0000_1000_X	C	关闭闪烁功能	√
BLINK 2Hz	**100**	0000_1001_X	C	LED 按 2Hz 的频率闪烁	
BLINK_1Hz	**100**	0000_1010_X	C	LED 按 1Hz 的频率闪烁	
BLINK_0.5Hz	**100**	0000_1011_X	C	LED 按 0.5Hz 的频率闪烁	
SLAVE MODE	**100**	0001_0XXX_X	C	外置振荡,时钟由 OSC 引脚输入,同步信号由 SYN 引脚输入	
RC Master Mode0	**100**	0001_100X_X	C	内置振荡，OSC 保持低电平，同步信号在 SYN 引脚保持高电平，只应用于单芯片	√
RC Master Mode1	**100**	0001_101X_X	C	内置振荡,内部频率在 OSC 输出,同步信号在 SYN 引脚输出	
EXT CLK Master Mode0	**100**	0001_110X_X	C	外置振荡,时钟由 OSC 引脚输入,同步信号由 SYN 引脚保持高电平，只引用于单芯片	√
EXT CLK Master Mode1	**100**	0001_111X_X	C	外置振荡,时钟由 OSC 引脚输入,同步信号由 SYN 引脚输出	
COM Option	**100**	0010_abXX_X	C	当 ab=00 时，8COM Nmos; 当 ab=01 时，16COM Nmos; 当 ab=10 时，8COM Pmos; 当 ab=11 时，16COM PMOS;	00
PWM Duty	**100**	101X_abcd_X	C	abcd 从 0-F 变化分别对应 1/16--16/16 的 LED 的 16 阶灰度调节	F

注：

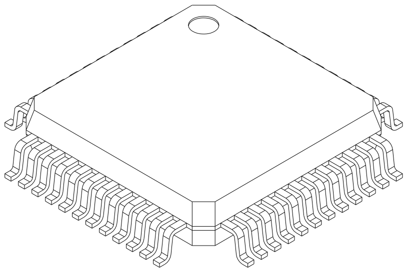
1、X 不关心，建议写“0”。

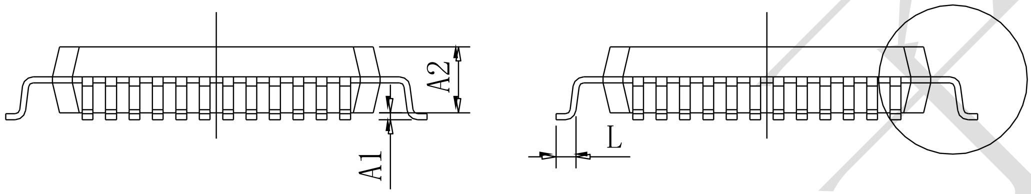
2、A6~A0 显存地址。3：D0~D3 显存数据。4：D/C 数据/命令模式。

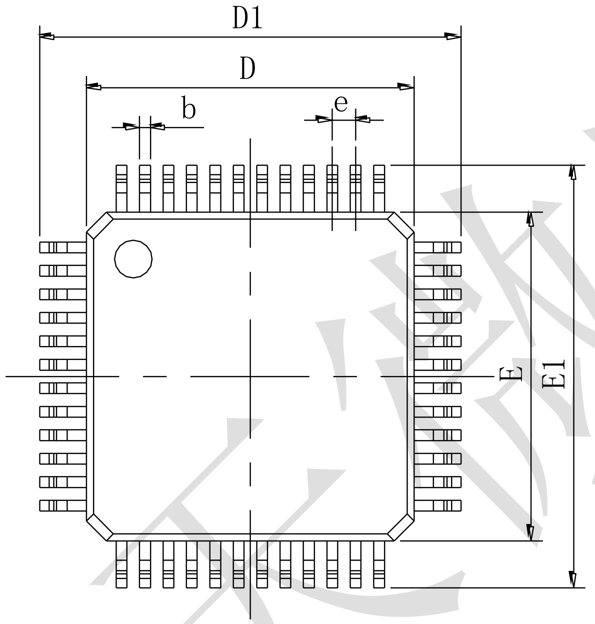
3、默认：上电复位后芯片的状态

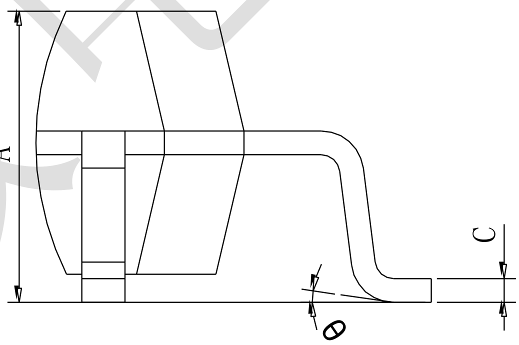
所有的粗体数字：即 **110**，**101**，**100** 为模式命令类型码。**100** 为命令模式类型码，如果给 TM1681 发送连续的命令，除第一个命令外，其他的命令不能再发 **100** 类型码。

封装示意图（LQFP48 7mm*7mm）



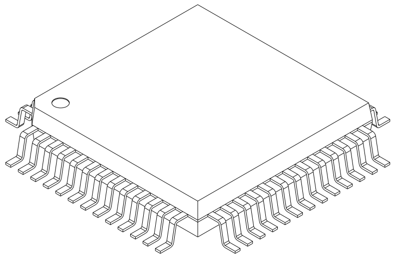


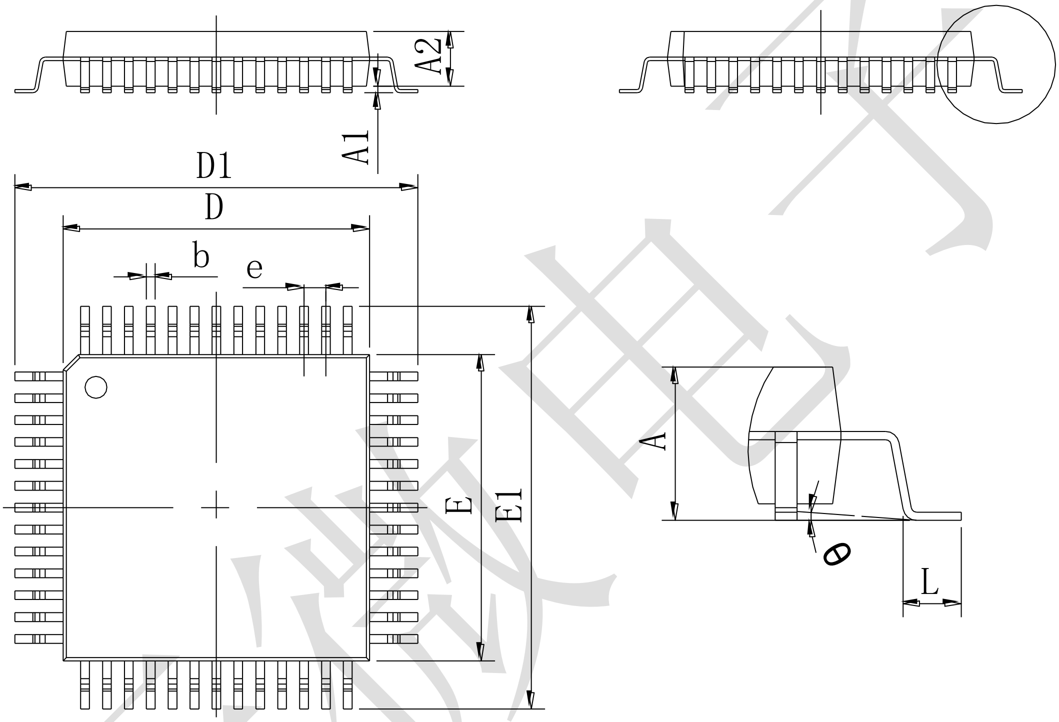




Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A		1.600		0.063
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	1.350	1.450	0.053	0.057
b	0.180	0.270	0.007	0.010
c	0.130	0.180	0.005	0.007
D	6.900	7.100	0.272	0.280
D1	8.800	9.200	0.346	0.362
E	6.900	7.100	0.272	0.280
E1	8.800	9.200	0.346	0.362
e	0.500(BSC)		0.020(BSC)	
L	0.450	0.750	0.018	0.030
θ	0°	7°	0°	7°

封装示意图（LQFP52 14mm*14mm）





Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	---	1.600	---	0.063
A1	0.100		0.004	
A2	1.3500	1.500	0.053	0.059
b	0.400 (BSC)		0.016 (BSC)	
D	13.900	14.100	0.547	0.555
D1	15.800	16.200	0.622	0.638
E	13.900	14.100	0.547	0.555
E1	15.800	16.200	0.622	0.638
e	1.000 (BSC)		0.039(BSC)	
L	0.450	0.750	0.018	0.030
θ	0°	7°	0°	7°

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)