ET61696- 恒流 LED 矩阵驱动电路

概述

ET61696 是一款高性能的单点亮度可控的恒流 LED 矩阵驱动控制专用集成电路。最大可驱动 16×6 点阵 LED 显示，支持 I²C 通信协议实现灵活控制。其内部集成多功能寄存器组，可编程实现多种显示特效，同时具备 256 级单点亮度调节功能，能够满足各类家电产品显示屏的高品质驱动需求。

功能特点

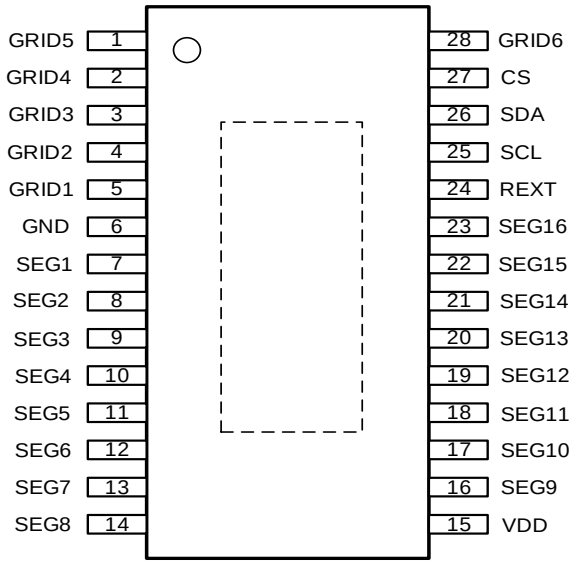
- 电源电压范围 2.7~5.5V
- 最大应用点阵 16×6，最大驱动 96 个 LED
- 16 路恒流驱动，输出电流最大 30mA（使用内部电阻条件下）
- 整体电流支持 64 档调节
- 每点支持 256 级辉度调节
- 通讯接口：I²C 接口
- 内置时钟模块
- 内置上电复位模块
- 内置睡眠模式
- 内置消隐功能
- 产品名称和封装形式：

产品名称	封装形式	MSL
ET61696S	EQSOP28	3

应用

- 智能家具设备、智能面板、小家电
- 智能便携设备，电子玩具

管脚排列图



ET61696S

图 1. 管脚排列（Top View）

管脚说明

管脚序号 EQSOP28	管脚名称	功能说明
7~14,16~23	SEG1~SEG16	恒流输出端口，接 LED 正极
24	REXT	连接外接电阻的输入端；推荐使用最小值为 2kΩ， 此外接电阻可设定所有输出通道的输出电流。
25	SCL	通信接口时钟端
26	SDA	通信接口数据端
27	CS	通信接口从机地址配置端口
1~5,28	GRID1~GRID6	电流输入端口，接 LED 负极
6	GND	接地端口
15	VDD	电源端口

功能框图

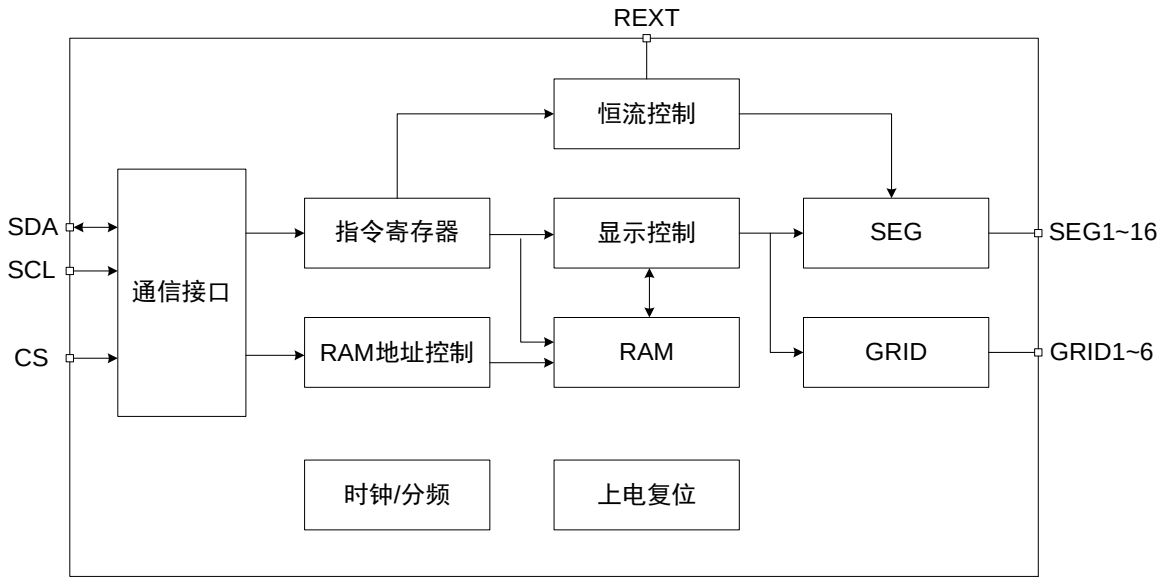


图 2. 功能框图

功能简介

通讯协议

总线接口

MCU 通过 SDA 和 SCL 端口与 ET61696 进行数据传输，SDA 和 SCL 组成 I^2C 通信接口；需要连接一个上拉电阻到电源端；通过 CS 端口匹配从机地址。

数据有效性

数据线的每个字节由 8 位组成，传输的第一位数据是 MSB（高位在前）。

当 SCL 信号处于高电平时，SDA 端口上的数据都是稳定有效的，只有当 SCL 信号处于低电平时，才能改变 SDA 端口上的电平高低，即数据在 SCL 上升沿时写入。

开始（重新开始）和停止工作条件

当 SCL 信号为高电平，SDA 信号由高电平转为低电平开始工作或者重新开始工作，而 SCL 信号为高电平，SDA 信号由低电平转为高电平时停止工作。

应答

在应答时钟期间，主机使 SDA 端口处于高电平，在写模式期间，ET61696 会发出应答信号使 SDA 端口在应答期间处于低电平。

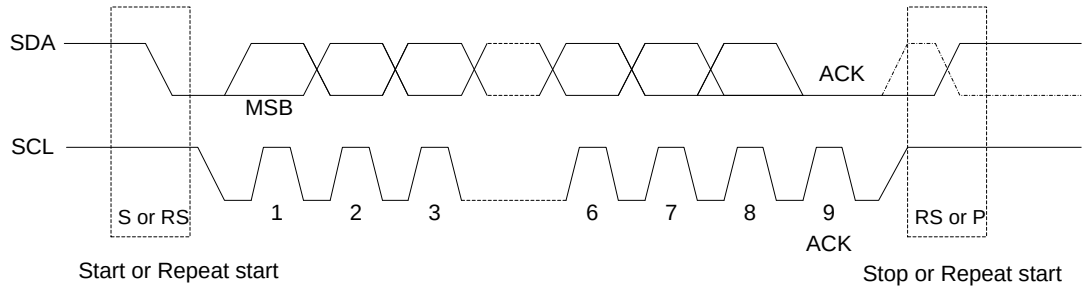


图 3. I²C 写模式

- ACK=应答信号
- MSB=字节的最高位
- S=起始信号
- RS=重新开始信号
- P=停止信号
- Restart: 此时 SDA 电平翻转如波形中虚线所表示

从机地址

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	1	1	1	1	0	CS	W/R

CS	从机地址（写）	从机地址（读）
0	0x78	0x79
1	0x7A	0x7B

写数据格式

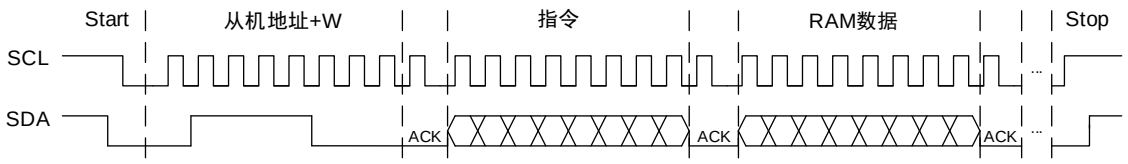


图 4. 写数据格式

- 开始位
- 芯片地址字节=0111100+0(w)b（以 CS 接地均为 0 为例，W/R 位为 0 执行写操作）
- ACK=应答位
- 寄存器指令
- ACK=应答位
- RAM 数据
- ACK=应答位
- ·····
- 停止位

Note1： 从第三个字节（RAM 数据）开始到 STOP 停止结束，写入的所有数据均为显示数据到芯片内部 RAM；

Note2： RAM 起始地址由 ADS 位（指令 5 Bit2 位）控制：
当 ADS=0 时，RAM 起始地址从 0x00 开始，每写入一个显示数据，RAM 地址会自动加 1；
当 ADS=1 时，RAM 起始地址由指令 10 和 11 的 AD[7:0]控制，每写入一个显示数据，RAM 地址会自动加 1。

Note3： 写入的有效显示数据长度与扫描行数相关，当写入的显示数据超出该长度时，超出的显示数据将无效：

指令 2		有效显示数据 RAM 地址范围	
G_N[3:0]	扫描行数	ADS=0	ADS=1
0000	1 扫（GRID1）	0x00~0x0F	AD[7:0]~0x0F
0001	2 扫（GRID1~2）	0x00~0x1F	AD[7:0]~0x1F
0010	3 扫（GRID1~3）	0x00~0x2F	AD[7:0]~0x2F
0011	4 扫（GRID1~4）	0x00~0x3F	AD[7:0]~0x3F
0100	5 扫（GRID1~5）	0x00~0x4F	AD[7:0]~0x4F
0101	6 扫（GRID1~6）	0x00~0x5F	AD[7:0]~0x5F

寄存器指令

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description	
1	[7:6]	RESERVED	00	W	Reserved	
	[5:0]	SEGn 端口输出电流 I	000000	W	内置电阻	2kΩ 外置电阻
					000000b = 6.375mA ····· 011111b = 18mA ····· 111111b = 30mA	000000b = 9.52mA ····· 011111b = 26.88mA ····· 111111b = 44.8mA

Note1： 使用内部电阻（指令 5 RES[1]=0）时，I_{SEGn}=0.375×(17+I[5:0])。

Note2： 使用外部电阻（指令 5 RES[1]=1）时，I_{SEGn}=1.12×(17+I[5:0])÷REXT，且推荐使用最小值为 2kΩ。

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description
2	[7:4]	RESERVED	0100	W	Reserved
	[3:0]	扫描行数 G_N	0000	W	0000b = 1 扫（GRID1）

					…… 0100b = 5 扫（GRID1~5） 0101b = 6 扫（GRID1~6）

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description
4	[7:4]	RESERVED	0101	W	Reserved
	[3:2]	GRID 死区时间 DT	00	W	00b = 4 个系统时钟 01b = 8 个系统时钟 10b = 16 个系统时钟 11b = 24 个系统时钟
	[1]	过温保护 TP2	0	W	0b = 开启过温保护 2，IC 温度超过 150℃时，关闭 SEG 输出 1b = 关闭过温保护 2
	[0]	过温保护 TP1	0	W	0b = 开启过温保护 1，IC 温度超过 125℃时，SEG 输出电流变为原来设置的 2/3 1b = 关闭过温保护 1

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description
5	[7:4]	RESERVED	0110	W	Reserved
	[3]	输出阻抗调节 SVGD	0	W	0b = SEG 输出电流≥10mA 时建议设置为 0 1b = SEG 输出电流＜10mA 时建议设置为 1
	[2]	RAM 读写地址设置 ADS	0	W	0b = RAM 读写时地址从 0x00 开始自动加 1b = RAM 读写时地址从 AD[7:0]开始自动加
	[1]	REXT 端口使能 RES	0	W	0b = 使用内部电阻设置恒流 1b = 使用 REXT 端口外部电阻设置恒流
	[0]	睡眠模式 SLEEP	0	W	0b = 正常工作 1b = 进入睡眠模式

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description
6	[7:4]	RESERVED	1000	W	Reserved
	[3:2]	帧频设置 FR	00	W	9 扫条件下： 00b = 400Hz 01b = 800Hz 10b = 1600Hz 11b = 3200Hz
	[1]	SEG 显示开关 DON	0	W	0b = 关 SEG 显示 1b = 开 SEG 显示
	[0]	消隐功能开关 GS	0	W	0b = 关闭 SEG 消隐功能 1b = 开启 SEG 消隐功能

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description
8	[7:4]	RESERVED	1001	W	Reserved
	[3:2]	RESERVED	00	W	Reserved

	[1]	软件复位 GRE	0	W	0b = 正常工作 1b = 执行软复位，Stop 信号后该位自动清零
	[0]	掉电复位 LVRE	0	W	0b = 关闭掉电复位 1b = 开启掉电复位，复位电压约 2V

Note：执行软复位后，所有的指令寄存器将复位为默认值，RAM 中的数据保持不变。

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description
10	[7:5]	RESERVED	110	W/R	Reserved
	[4]	RESERVED	0	W/R	Reserved
	[3:0]	ADS 模式 RAM 地址高位 AD[7:4]	0000	W/R	0b = 可以设置该位，但无效 1b = 该位控制 RAM 起始地址

指令	Bit	Bit name	Default	Access	Description
11	[7:5]	RESERVED	111	W/R	Reserved
	[4]	RESERVED	0	W/R	Reserved
	[3:0]	ADS 模式 RAM 地址低位 AD[3:0]	0000	W/R	0b = 可以设置该位，但无效 1b = 该位控制 RAM 起始地址

LEDn PWM (n=1~96)			
RAM Addr	**Bit**	**Bit Name**	**Description**
00H~5FH	[7:0]	LEDn PWM DATA	00000000b = 0/255 duty cycle ..... 01111111b = 127/255 duty cycle ..... 11111111b = 255/255 duty cycle

LED 点阵矩阵图

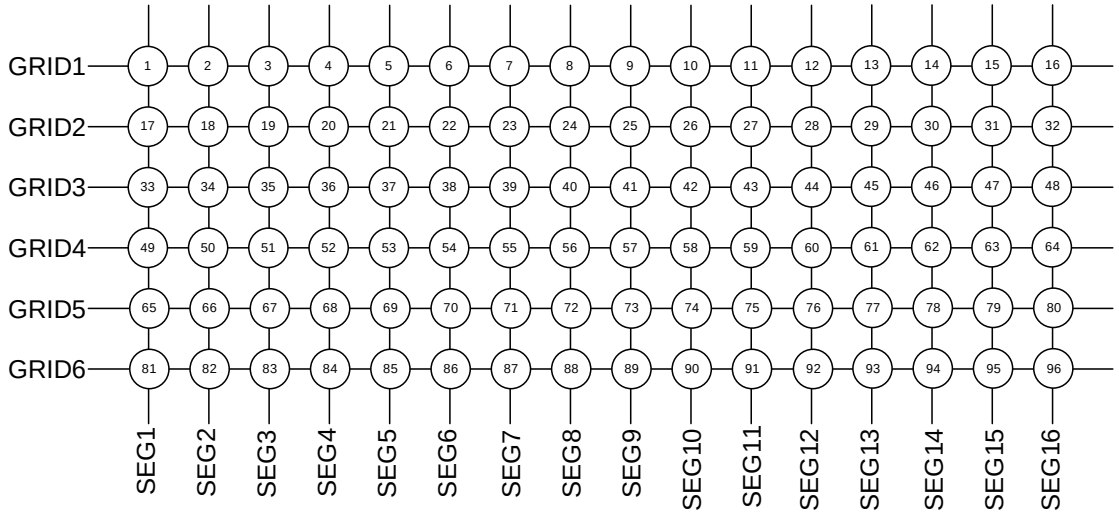


图 6. LED 点阵矩阵图

Note： 图中的 1 点对应的 PWM 数据为下表的 LED1PWM，图中 96 点对应的 PWM 数据为下表的 LED96PWM，其它点依次类推。

RAM 地址与 LED 点阵对应表

地址	描述	地址	描述	地址	描述	地址	描述
00H	LED1PWM	01H	LED2PWM	02H	LED3PWM	03H	LED4PWM
04H	LED5PWM	05H	LED6PWM	06H	LED7PWM	07H	LED8PWM
08H	LED9PWM	09H	LED10PWM	0AH	LED11PWM	0BH	LED12PWM
0CH	LED13PWM	0DH	LED14PWM	0EH	LED15PWM	0FH	LED16PWM
10H	LED17PWM	11H	LED18PWM	12H	LED19PWM	13H	LED20PWM
14H	LED21PWM	15H	LED22PWM	16H	LED23PWM	17H	LED24PWM
18H	LED25PWM	19H	LED26PWM	1AH	LED27PWM	1BH	LED28PWM
1CH	LED29PWM	1DH	LED30PWM	1EH	LED31PWM	1FH	LED32PWM
20H	LED33PWM	21H	LED34PWM	22H	LED35PWM	23H	LED36PWM
24H	LED37PWM	25H	LED38PWM	26H	LED39PWM	27H	LED40PWM
28H	LED41PWM	29H	LED42PWM	2AH	LED43PWM	2BH	LED44PWM
2CH	LED45PWM	2DH	LED46PWM	2EH	LED47PWM	2FH	LED48PWM
30H	LED49PWM	31H	LED50PWM	32H	LED51PWM	33H	LED52PWM
34H	LED53PWM	35H	LED54PWM	36H	LED55PWM	37H	LED56PWM
38H	LED57PWM	39H	LED58PWM	3AH	LED59PWM	3BH	LED60PWM
3CH	LED61PWM	3DH	LED62PWM	3EH	LED63PWM	3FH	LED64PWM
40H	LED65PWM	41H	LED66PWM	42H	LED67PWM	43H	LED68PWM
44H	LED69PWM	45H	LED70PWM	46H	LED71PWM	47H	LED72PWM
48H	LED73PWM	49H	LED74PWM	4AH	LED75PWM	4BH	LED76PWM

4CH	LED77PWM	4DH	LED78PWM	4EH	LED79PWM	4FH	LED80PWM
50H	LED81PWM	51H	LED82PWM	52H	LED83PWM	53H	LED84PWM
54H	LED85PWM	55H	LED86PWM	56H	LED87PWM	57H	LED88PWM
58H	LED89PWM	59H	LED90PWM	5AH	LED91PWM	5BH	LED92PWM
5CH	LED93PWM	5DH	LED94PWM	5EH	LED95PWM	5FH	LED96PWM

Note：每一个地址有 8bits 数据，对应该点的 PWM 阶数（256 阶）。

极限电气参数

符号	描述	范围	单位
V_{DD}	电源电压	-0.3~6.0	V
V_I	逻辑输入电压	-0.3~V_{DD}+0.3	V
P_D	功率损耗	1200	mW
T_{JMAX}	芯片最大结温度	+150	°C
T_{STG}	存储温度范围	-65～150	°C
V_{ESD}	HBM	±4	KV
	CDM	±2	KV

推荐工作范围

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	电源电压	2.7	5.0	5.5	V
V_{IH}	高电平输入电压	3.0	-	V_{DD}	V
V_{IL}	低电平输入电压	0	-	1.5	V
T_A	工作温度范围	-40	-	+85	°C

直流电参数（除非另有标注，T_A = 25°C，V_{DD}= 5V，GND= 0V）

符号	参数名称	条件	最小	典型	最大	单位
V_{DD}	电源电压		2.7	5.0	5.5	V
I_{SEG}	高电平输出电流	V_{SEGn}=4V(n=1~16)，RES[6]=0 (内置电阻)，I[5:0]=111111.	-28	-30	-32	mA
		V_{SEGn}=4V(n=1~16)，RES[6]=1 (2kΩ 外置电阻)，I[5:0]=111111.	-42	-44.8	-48	mA
I_{GRID}	低电平输出电流	V_{GRIDn}=0.4V（n=1~6）	500	-	-	mA
V_{IH}	高电平输入电压	SCL, SDA	3.0	-	V_{DD}	V
V_{IL}	低电平输入电压	SCL, SDA	0	-	1.5	V
I_{DD}	静态电流	无负载，关显示	-	-	5	mA
I_{SLEEP}	睡眠电流	睡眠模式	-	-	300	uA

通信时序特性（除非另有标注，T_A = 25°C，V_{DD}= 5V，GND= 0V）

符号	参数名称	最小	典型	最大	单位
F_{SCL}	SCL Clock Frequency	-	-	1	MHz
t_{BUF}	Bus Free Time Between a STOP and START Condition	-	0.5	-	μs
$t_{HD:STA}$	Hold Time(Repeated) START Condition	-	0.26	-	μs
t_{LOW}	Low Period of SCL Clock	-	0.5	-	μs
t_{HIGH}	HIGH Period of SCL Clock	-	0.26	-	μs
$t_{SU:STA}$	Setup Time for a Repeated START Condition	-	0.26	-	μs
$t_{HD:DAT}$	Data Hold Time	-	0	-	μs
$t_{SU:DAT}$	Data Setup Time	-	50	-	ns
t_R	Data Hold Time2	-	-	300	ns
t_F	Data Hold Time2	-	-	300	ns
$t_{SU:STO}$	Setup Time for STOP Condition	-	0.26	-	μs

通信时序波形图

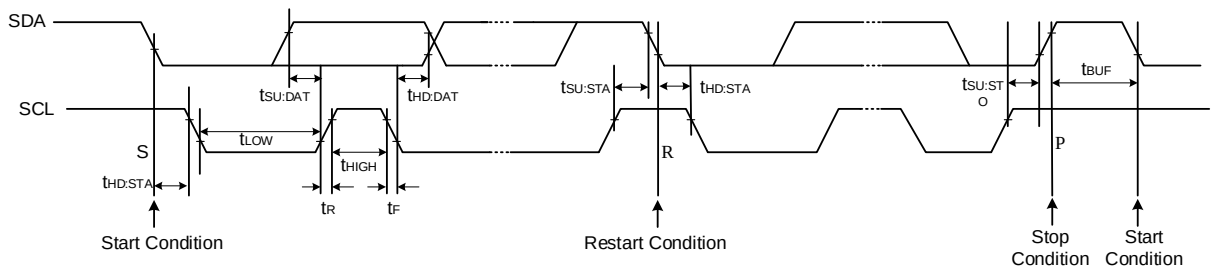


图 7. 时序波形图

参考应用图

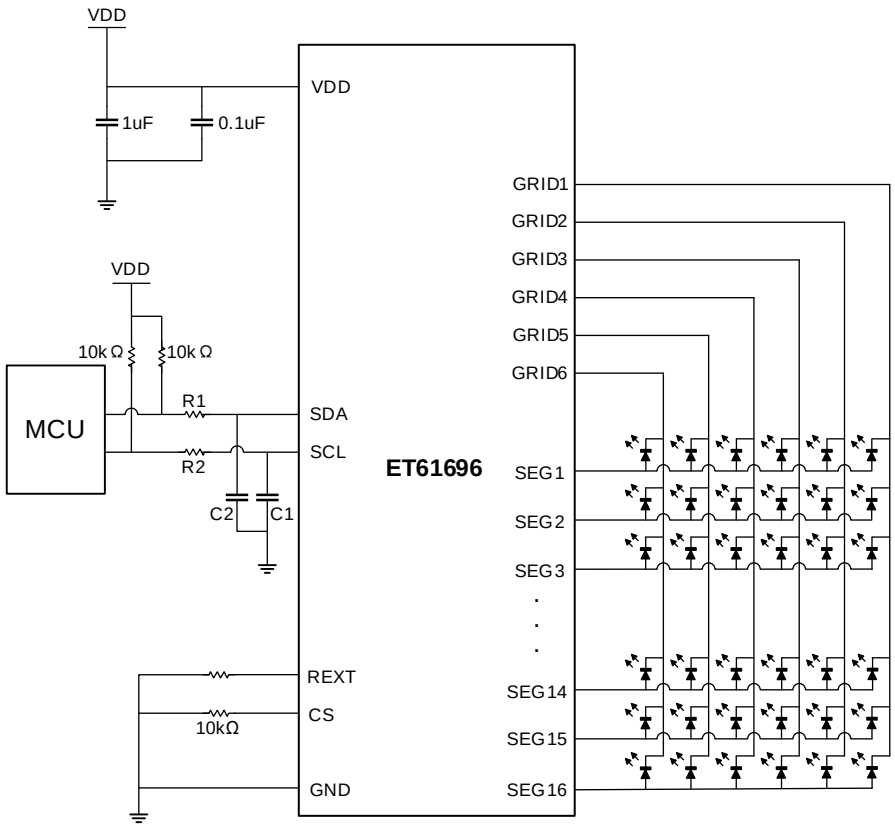
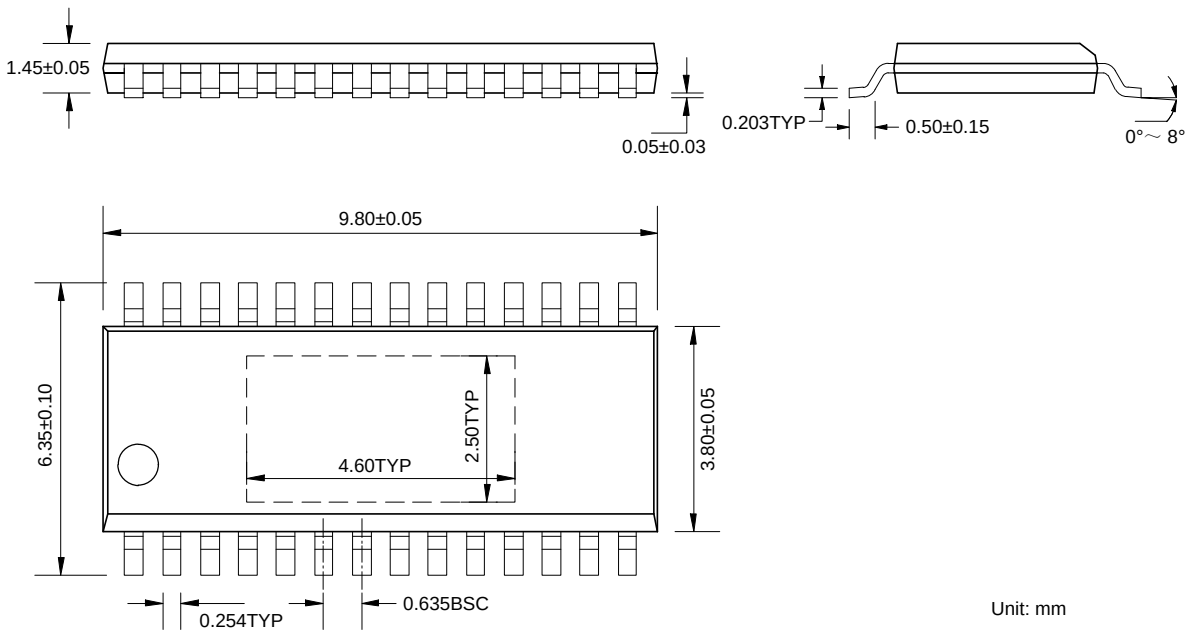


图 8. 参考应用图

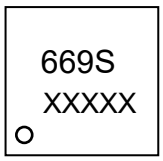
Note：本应用图仅用于参考，建议电源滤波电容尽量靠近 VDD 管脚；通信端口加 RC 滤波能够增强抗干扰性，且摆放尽量靠近芯片端，电阻电容数值（R1=R2=100Ω，C1=C2=100pF）可以根据实际抗干扰需求和验证结果进行调整。

封装尺寸

EQSOP28



Marking



XXXXX=Tracking Number

修订历史

文件版本	制作日期	更改项目	排版	功能及电参数确认	封装确认
1.0	2025-10-13	正式版	Tian Qi He	Li Chen Xuan	Liu Jia Ying
1.1	2026-11-04	更正错误描述	Tian Qi He	Li Chen Xuan	Liu Jia Ying