

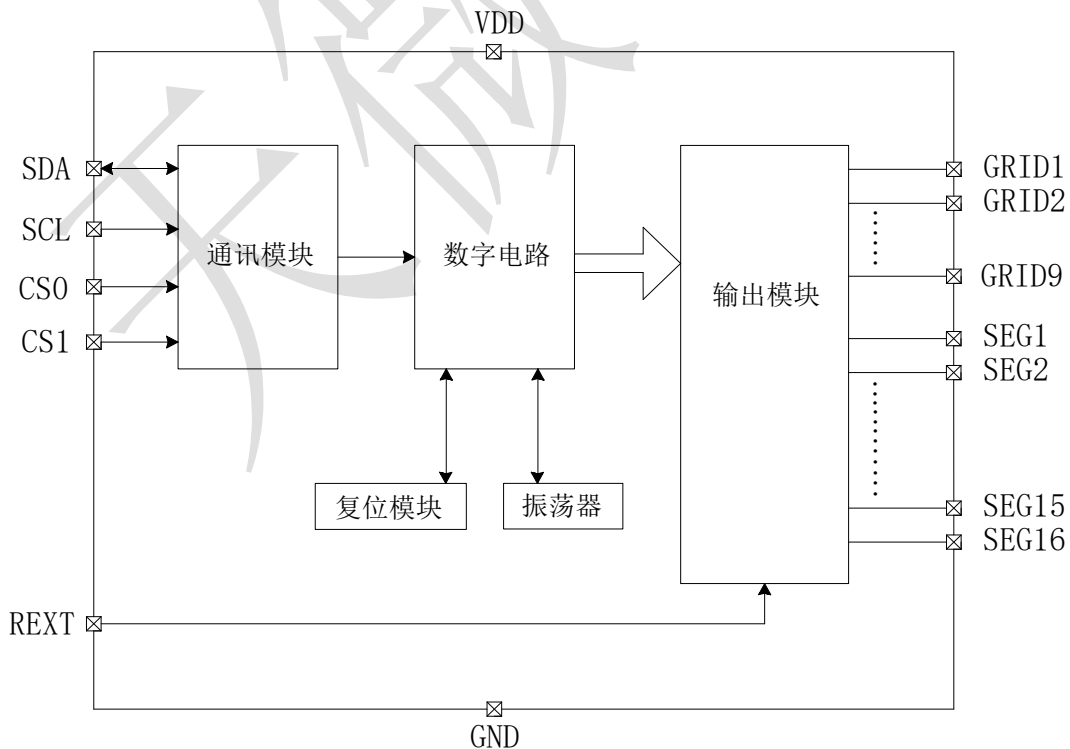
一、特性描述

TM2656 是一款单点灰度可控的 LED(9×16) 点阵驱动芯片。芯片内置 2 线串行通信接口、恒流控制、显示数据存储、振荡器等模块，一共有 9 个 GRID 端口和 16 个 SEG 端口，可根据需要驱动多种尺寸的 LED 面板，可对单点进行 256 级 PWM 亮度调节。直接与主控设备相连，以最小外围实现显示控制。本产品采用 CMOS 工艺，芯片性能优良，质量可靠。

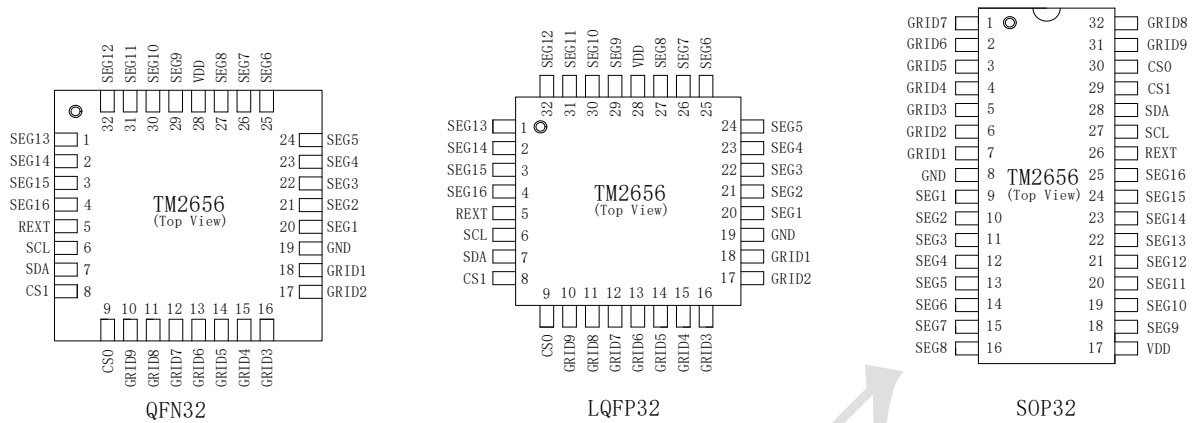
二、功能特点

- 电源电压范围:2.7V 至 6V
- 多达 144 个 led(9×16) 点阵
- 点阵每个 LED 点位可以独立调节 256 级辉度
- 显示 9 扫可以调节 (1~9 扫)
- 输出最大电流:30mA (内置电阻), 45mA (外置电阻)
- 64 级恒流驱动配置可调
- 可通过软件控制选择内部参考源 (默认模式) 或外部电阻配置恒流大小
- 2 线串行接口
- 采用数据校验机制, 抗干扰能力强
- 内置上电复位
- 内置消隐电路
- 内置休眠模式实现低功耗待机
- 支持多颗芯片级联同步
- 封装形式: QFN32、LQFP32、SOP32

三、内部功能框图



四、管脚图



五、管脚功能定义

管脚符号	管脚名称	QFN32/LQFP32 管脚号	SOP32 管脚号	功能说明
SEG1~SEG16	段输出	20~27, 29~32, 1~4	9~16, 18~25	段输出, 接 LED 正极
GRID1~GRID9	位输出	18~10	7~1, 32~31	位输出, 接 LED 负极
SDA	数据输入端	7	28	通信接口数据端
SCL	时钟输入端	6	27	通信接口时钟端
CS0	从机地址输入端 0	9	30	通信接口从机地址配置端口 0
CS1	从机地址输入端 1	8	29	通信接口从机地址配置端口 1
REXT	内外电阻端口	5	26	恒流外部设置模式连接外部电阻端口
VDD	逻辑电源	28	17	供电输入端口
GND	逻辑地	19	8	接系统地



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。

六、极限工作条件

参数名称	参数符号	极限值	单位
电源电压	VDD	-0.3~+6.0	V
输入电压范围	VIN	-0.3~VDD+0.3	V
工作温度范围	Topr	-40~+85	°C
储存温度范围	tstg	-40~+150	°C
最高结温	TJMAX	150	°C

(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。

六、推荐工作条件

在 Ta=25°C 下测试, 除非另有说明			TM2656			单位
参数名称	参数符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	
电源电压	VDD	--	2.7	5	6	V
输入电压	VIN	--	-0.3	-	VCC+0.3	
高电平输入电压	VIH	VDD=5.0V	3.0	-	VDD	V
低电平输入电压	VIL	VDD=5.0V	0	-	1.5	V

七、芯片参数

1、电气特性

在 -40°C ~ +125°C 下测试, VDD=5V, GND=0V, 除非另有说明			TM2656			单位
参数名称	参数符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	
静态电流	IDD	shutdown 模式	-	30	60	uA
动态电流	ISD	无负载, 关显示	-	-	5	mA
SEG 恒定电流	ISEG	VDD=5V, I[5:0]=11111, SEG 端口电压 4V	-	30	-	mA
GRID 低电平输出电流	IGRID	--	-	560	-	mA

VDD 在工作电压需满足大于灯珠压降 0.5V 以上, 输出恒流正常。不满足工作电压条件时, 输出电流将低于设置值, 从而影响亮度。该问题是由 LED 自身性质引起, 与同时点亮 LED 数量、驱动器性能无关。

2、数字输入开关特性

在 Ta=+25°C 下测试, 除非另有说明			TM2656			单位
参数名称	参数符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	
串行时钟频率	fSCL	--	-	1	-	MHz
数据建立时间	tSU, DAT	--	-	50	-	ns
数据保持时间	tHD, DAT	--	-	0	-	us
SCL 低电平时间	tLOW	--	-	0.5	-	us
SCL 高电平时间	tHIGH	--	-	0.26	-	us
SCL 和 SDA 上升时间	tR	--	-	-	300	ns
SCL 和 SDA 下降时间	tF	--	-	-	300	ns
总线空闲时间	tBUF	--	-	0.5	-	us

八、通讯方式说明

1、串行接口

TM2656 提供了 2 线串行接口 SDA 和 SCL（均内置 50K Ω 下拉电阻），数据输入必须遵循以下规则：

- (1) 必须匹配从机地址
- (2) 必须以数据包格式传输
- (3) 每个数据包必须有数据校验码
- (4) 8bit 为一个周期，高位在前，数据在 SCL 上升沿写入

2、数据包

TM2656 包含 3 种类型的数据包：

TM2656 数据包名称	功能说明
指令数据包	用于匹配从机地址和确认传输指令
寄存器数据包	用于将配置参数写入配置寄存器
显示数据包	用于将显示数据写入 RAM

每输入一个数据包都必须在包尾写入正确的 8bit 校验码，校验码为前面数据包的全部数据之和的低 8 位。当输入的数据长度不满足该数据包的要求长度，或者校验码运算错误，本次数据包则被判定为无效数据包，数据包内容将不会响应。

2.1、指令数据包

指令数据包用于匹配从机地址和确认传输指令，总共包含 4 个 8bit 的数据。

指令数据包格式：(数据 1:0x5A)+(数据 2:0xFF)+(数据 3:从机地址+指令)+(数据 4:指令数据包校验码)。

数据 1	数据 2	数据 3	数据 4
0x5A	0xFF	从机地址+指令	指令数据包校验码

- (1) 数据 1：固定为 0x5A
- (2) 数据 2：固定为 0xFF
- (3) 数据 3：从机地址+指令，如下表

无关项		从机地址		指令				功能说明	下一个数据包类型必须是
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	0	CS1	CS0	0	0	0	1	写配置寄存器	寄存器数据包
				0	0	1	0	写显示数据	显示数据包
				0	1	0	0	更新显示内容	指令数据包
				1	0	0	0	软复位	
				1	0	1	1	全局复位	
				1	1	0	1	唤醒	
				1	1	1	0	休眠模式	

D7、D6：无关项，填 0。

D5、D4：用于匹配从机地址，当数据与 CS1、CS0 端口状态相同时即可配置成功。

D3、D2、D1、D0：指令代码，仅支持上表组合，其他组合无效。

- (4) 数据 4：指令数据包校验码为前 3 个数据之和的低 8 位。

2.2、寄存器数据包

寄存器数据包用于发送数据到配置寄存器，总共包含 5 个 8bit 的数据。

寄存器数据包格式：(数据 1: 寄存器 1)+(数据 2: 寄存器 2)+(数据 3: 寄存器 3)+(数据 4: 寄存器 4)+(数据 5: 寄存器数据包校验码)。

数据 1	数据 2	数据 3	数据 4	数据 5
寄存器 1	寄存器 2	寄存器 3	寄存器 4	寄存器数据包校验码

(1) 数据 1: 寄存器 1 用于恒流配置，如下表。

无关项		恒流配置 I[5: 0]						功能说明
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	0	I5	I4	I3	I2	I1	I0	恒流配置，默认值为 0x00

- a、使用内置电阻时，SEG 输出电流= $0.375\text{mA} \times (17+I[5:0])$
 $I[5:0]=000000$: 电流配置最小为 $0.375\text{mA} \times (17+0)=6.375\text{mA}$
 $I[5:0]=111111$: 电流配置最大位 $0.375\text{mA} \times (17+63)=30\text{mA}$
- b、使用外部电阻时，SEG 输出电流= $1.12 \times (17+I[5:0]) \div \text{REXT}$
 $I[5:0]=000000$: 电流配置最小
 $I[5:0]=111111$: 电流配置最大，建议不要超过 45mA (推荐 REXT 最小值为 2K Ω)
 例: REXT=2K Ω ，配置 I[5:0]=111111，SEG 输出电流= $1.12 \times (17+63) \div 2=44.8\text{mA}$

(2) 数据 2: 寄存器 2 用于显示配置 1，如下表。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	功能说明
CLK_SET	0	GR_N3	GR_N2	GR_N1	GR_N0	TEST	UP_DATA	显示配置 1，默认值为 0x00

CLK_SET (显示模块时钟配置): 配置为 0 时使用内部时钟; 配置为 1 时使用 SCL 输入时钟。

GR_N[3: 0] (点阵扫描数配置): 配置如下表

GR_N[3:0]配置	点阵扫描数配置
0000	1 扫, 仅 GRID1 有效
0001	2 扫, 仅 GRID1~GRID2 有效
0010	3 扫, 仅 GRID1~GRID3 有效
0011	4 扫, 仅 GRID1~GRID4 有效
0100	5 扫, 仅 GRID1~GRID5 有效
0101	6 扫, 仅 GRID1~GRID6 有效
0110	7 扫, 仅 GRID1~GRID7 有效
0111	8 扫, 仅 GRID1~GRID8 有效
1000~1111	9 扫, GRID1~GRID9 有效

TEST (测试模式配置): 配置为 0 时进入正常工作模式; 配置为 1 时进入测试模式。

UP_DATA (显示内容更新方式): 配置为 0 时手动更新显示内容; 配置为 1 时自动更新显示内容。

(3) 数据 3: 寄存器 3 用于显示配置 2, 如下表。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	功能说明
TP1	RES	FR1	FR0	DON	GS	DT1	DT0	显示配置 2, 默认值为 0x00

TP1 (设置过温保护 1 功能): 配置为 0 时开启过温保护 1 功能, 当芯片温度超过 125°C 时, SEG 输出电流会下降至配置电流的 2/3; 配置为 1 时关闭过温保护 1 功能

RES (电流配置方式): 配置为 0 时使用芯片内部电阻配置电流; 配置为 1 时使用 REXT 端口外部电阻配置电流

FR[1:0] (帧频配置): 配置如下表

FR[1:0] 配置	帧频配置 (扫描行数设置为 9 扫)
00	帧频约为 400Hz
01	帧频约为 800Hz
10	帧频约为 1600Hz
11	帧频约为 3200Hz

DON (显示配置): 配置为 0 时关闭显示; 配置为 1 时开启显示

GS (消隐配置): 配置为 0 时关闭 SEG 的消隐功能; 配置为 1 时开启 SEG 的消隐功能

DT[1:0] (GRID 死区时间设置):

DT[1:0] 配置	GRID 死区时间设置
00	4 个系统时钟 (约 0.5us)
01	8 个系统时钟 (约 1us)
10	16 个系统时钟 (约 2us)
11	24 个系统时钟 (约 3us)

(4) 数据 4: 寄存器 4 用于显示配置 3, 如下表。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	功能说明
0	SLEEP	0	0	0	0	TP2	0	显示配置 3, 默认值为 0x00

SLEEP (设置休眠模式): 配置为 0 时禁止进入休眠模式; 配置为 1 时允许通过写入指令数据包 (休眠模式) 进入休眠模式 (休眠模式表现为: ①时钟关闭②SEG 全部关闭, 表现为高电阻③电流放大关闭④REXT 使用外部电阻在休眠模式下关闭, 表现为高阻态⑤基准处于工作状态)

TP2 (设置过温保护 2 功能): 配置为 0 时当芯片温度高于 150°C, 会关闭所有 SEG; 配置为 1 时不使用该过温保护 2 功能

(5) 数据 5: 寄存器数据包校验码为前 4 个数据之和的低 8 位。

2.3、显示数据包

显示数据包用于发送显示数据到RAM中，长度与设置的扫描行数相关

设置行数	显示数据包长度	备注
1 扫, 仅 GRID1 有效	16 个显示数据+1 个校验码	每增加一扫, 增加 16 个显示数据。校验码为前面所有数据之和的低 8 位, 每个显示数据包必须在包尾发送正确的校验码
2 扫, 仅 GRID1~2 有效	32 个显示数据+1 个校验码	
3 扫, 仅 GRID1~3 有效	48 个显示数据+1 个校验码	
4 扫, 仅 GRID1~4 有效	64 个显示数据+1 个校验码	
5 扫, 仅 GRID1~5 有效	80 个显示数据+1 个校验码	
6 扫, 仅 GRID1~6 有效	96 个显示数据+1 个校验码	
7 扫, 仅 GRID1~7 有效	112 个显示数据+1 个校验码	
8 扫, 仅 GRID1~8 有效	128 个显示数据+1 个校验码	
9 扫, GRID1~9 有效	144 个显示数据+1 个校验码	

RAM 地址与 LED 点阵对应关系如下表:

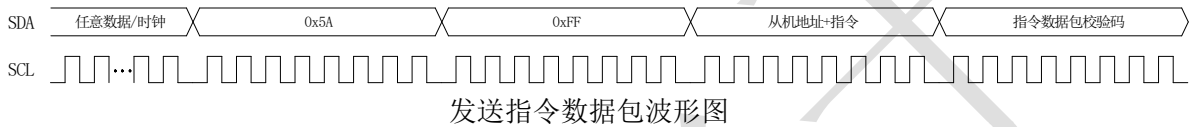
	GRID1	GRID2	GRID3	GRID4	GRID5	GRID6	GRID7	GRID8	GRID9
SEG1	0x00	0x10	0x20	0x30	0x40	0x50	0x60	0x70	0x80
SEG2	0x01	0x11	0x21	0x31	0x41	0x51	0x61	0x71	0x81
SEG3	0x02	0x12	0x22	0x32	0x42	0x52	0x62	0x72	0x82
SEG4	0x03	0x13	0x23	0x33	0x43	0x53	0x63	0x73	0x83
SEG5	0x04	0x14	0x24	0x34	0x44	0x54	0x64	0x74	0x84
SEG6	0x05	0x15	0x25	0x35	0x45	0x55	0x65	0x75	0x85
SEG7	0x06	0x16	0x26	0x36	0x46	0x56	0x66	0x76	0x86
SEG8	0x07	0x17	0x27	0x37	0x47	0x57	0x67	0x77	0x87
SEG9	0x08	0x18	0x28	0x38	0x48	0x58	0x68	0x78	0x88
SEG10	0x09	0x19	0x29	0x39	0x49	0x59	0x69	0x79	0x89
SEG11	0x0A	0x1A	0x2A	0x3A	0x4A	0x5A	0x6A	0x7A	0x8A
SEG12	0x0B	0x1B	0x2B	0x3B	0x4B	0x5B	0x6B	0x7B	0x8B
SEG13	0x0C	0x1C	0x2C	0x3C	0x4C	0x5C	0x6C	0x7C	0x8C
SEG14	0x0D	0x1D	0x2D	0x3D	0x4D	0x5D	0x6D	0x7D	0x8D
SEG15	0x0E	0x1E	0x2E	0x3E	0x4E	0x5E	0x6E	0x7E	0x8E
SEG16	0x0F	0x1F	0x2F	0x3F	0x4F	0x5F	0x6F	0x7F	0x8F

每次写入显示数据包都从RAM地址 0x00 开始，依次存入RAM中。每个地址存储 8bit 数据，用于控制LED点阵对应点位的PWM占空比，当写入的RAM数据为 0x00 时对应的LED是不亮的，当写入的RAM数据是 0xFF时，对应的LED的SEG开启时间最长显示也最亮。对应关系如下表：

RAM中数据	对应 LED 点位 PWM 占空比
0x00	0/256
0x01	1/256
.....	↓
0xFE	254/256
0xFF	255/256

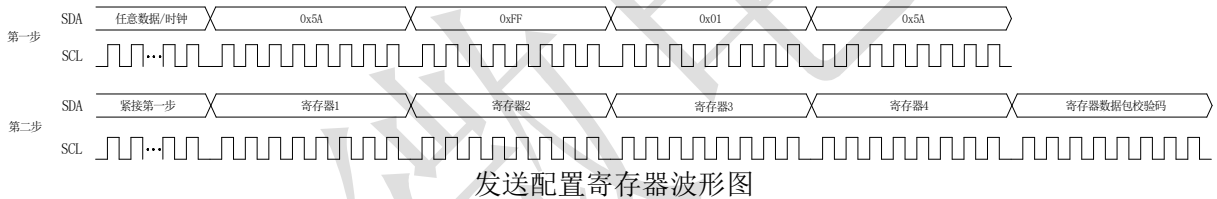
九、操作流程

1、发送指令



在发送指令数据包前，可以发送任意时钟任意数据，当发送正确的指令数据包包头（0x55，0xFF）时，芯片开始识别数据。

2、发送配置寄存器（CS1、CS0 均接地为例）

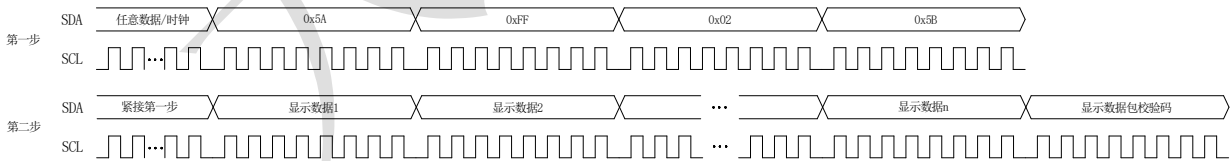


第一步：发送配置寄存器指令数据包，写入 0x5A, 0xFF, 0x01, 0x5A（校验码）。

第二步：紧接发送寄存器数据包，4 个寄存器数据，1 个校验码。

发送指令数据包和寄存器数据包必须连续，中间不能有多余的时钟和数据。若指令数据包和寄存器数据中发送了错误的校验码，则发送的该指令为无效指令，会保持上一次正确写入的状态。

3、发送显示数据（CS1、CS0 均接地为例）



第一步：发送写显存数据指令数据包，写入 0x5A, 0xFF, 0x02, 0x5B。

第二步：紧接发送显示数据包：N个显示数据，1 个校验码。

发送指令数据包和显示数据数据包必须连续，中间不能有多余的时钟和数据。

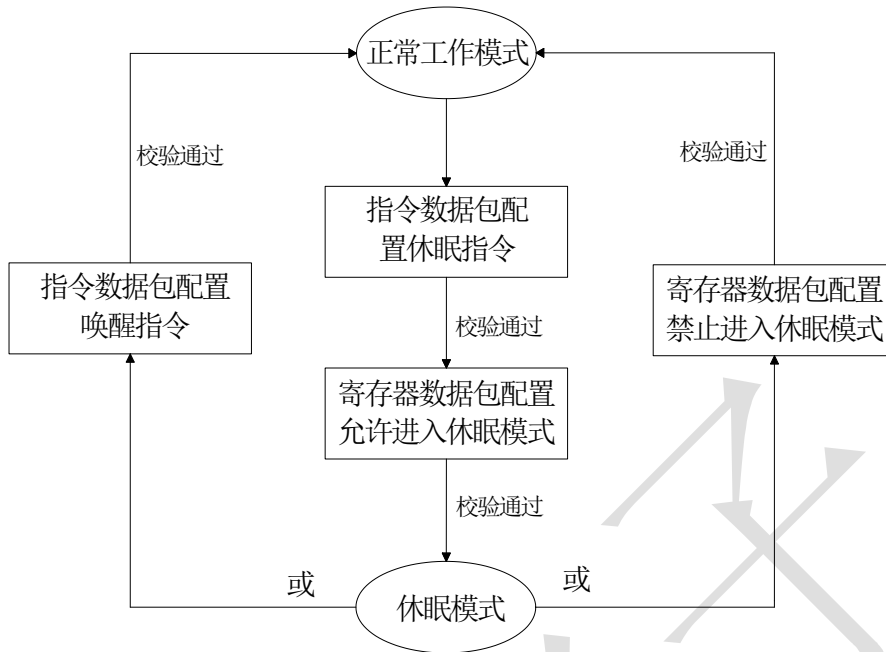
4、更新显示数据

芯片有自动更新显示数据和手动更新显示数据两种显示数据更新方式。

(1) 当配置寄存器的UP_DATA=1 时设置自动更新显示内容，设置为自动更新模式，在发送配置或者显示数据之后，芯片会在当前帧显示结束后直接更新显示，无需额外指令。

(2) 当配置寄存器UP_DATA=0 时设置指令更新显示内容，设置为指令更新模式，需在发送配置或者显示数据之后再次写入指令数据包（0x5A, 0xFF, 0x04, 0x5D），芯片才会当前帧显示结束后更新显示。

5、休眠模式



进入休眠模式后，芯片将进入相对低功耗模式。GRID、SEG 输出关闭，芯片处于较低功耗状态。

6、退出休眠模式

若要退出休眠模式，有以下两种方式：

- (1) 正确发送唤醒指令数据包且校验通过
- (2) 配置寄存器数据包中寄存器 4 的 SLEEP=0 选择禁止进入休眠模式

在显示过程中进入休眠模式，退出休眠模式时会直接重新开始显示，无需再次输入开始显示指令，也无需更新 RAM 数据。

7、复位指令（全局复位）

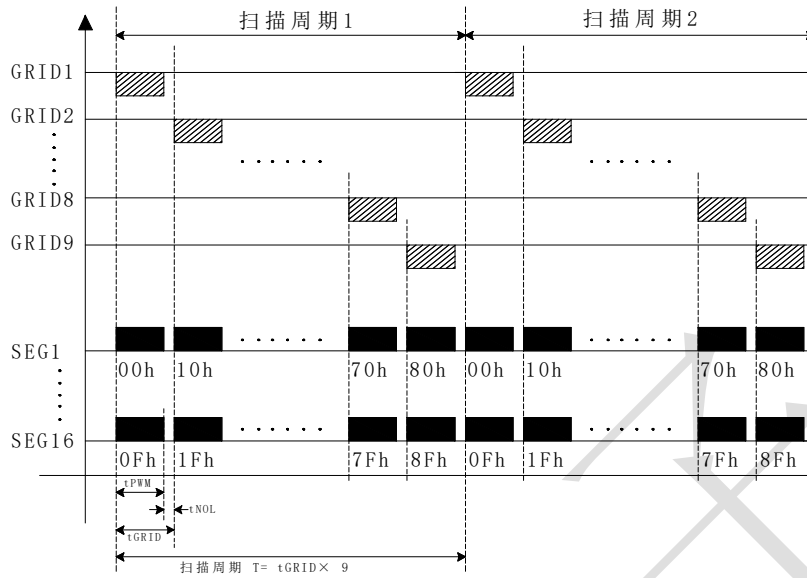
本芯片提供全局复位的指令数据包。当发送正确的指令数据包且校验通过时，执行复位。

	指令数据包
休眠模式	退出
显示地址指针	复位
配置寄存器复位	复位
显示	关闭
RAM 数据	保持不变

8、软复位

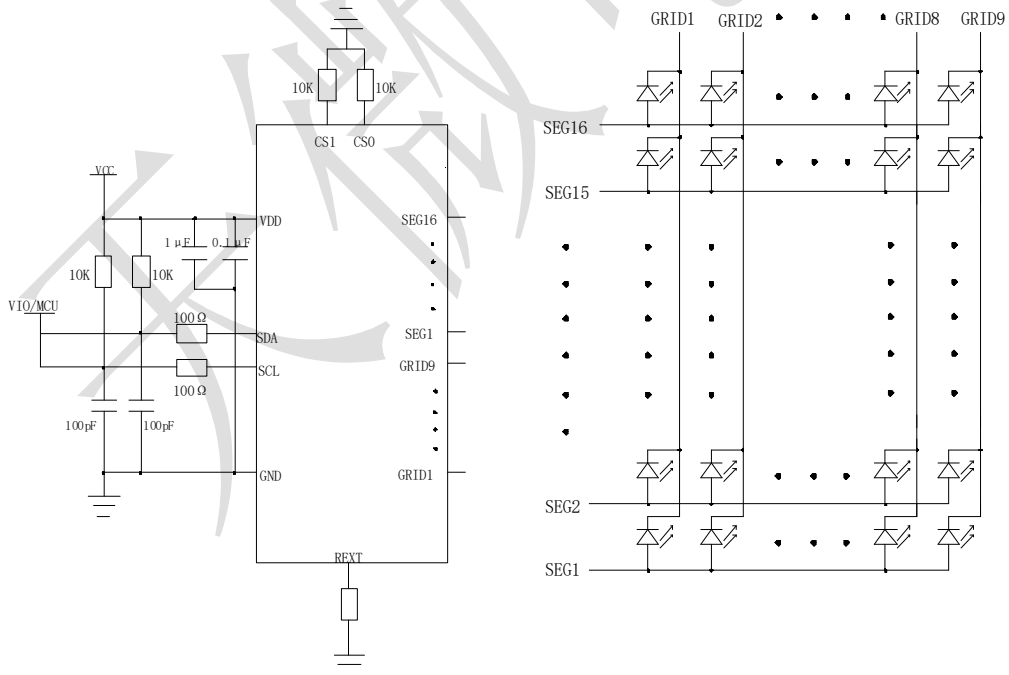
本芯片提供软复位的指令数据包。当发送正确的指令数据包且校验通过时，执行软复位，使 GRID 扫描重新从 GRID1 开始，其余（显存、配置工作状态）均保持不变。

十、扫描周期

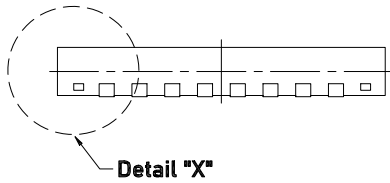
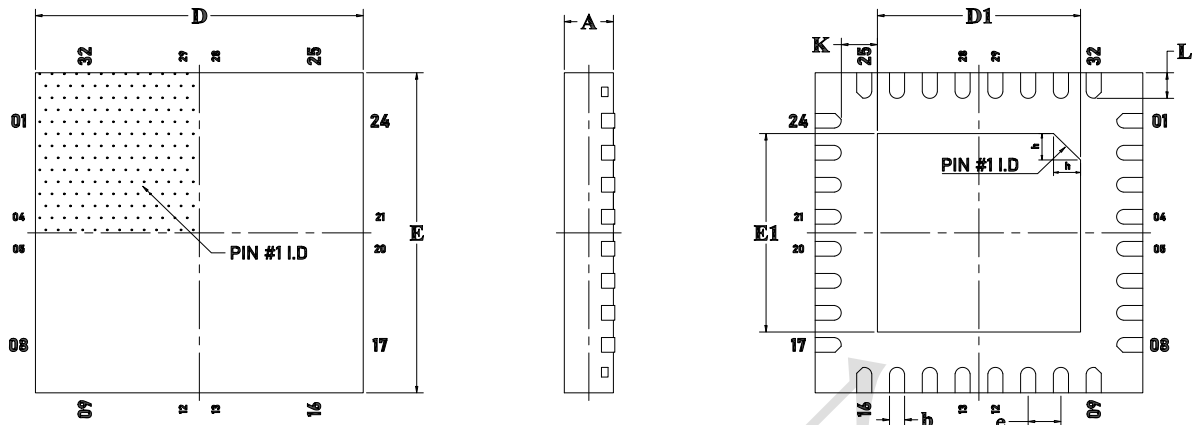


tPWM: SEG的PWM占空比, 范围为0/256~255/256
tNOL: GRID的死区时间, 由死区时间配置位DT[1:0]决定

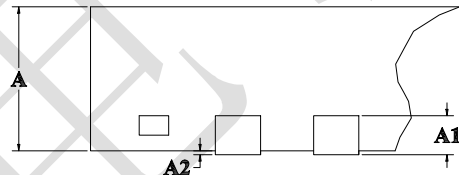
十一、典型应用电路



十二、封装示意图 (QFN32_5×5)



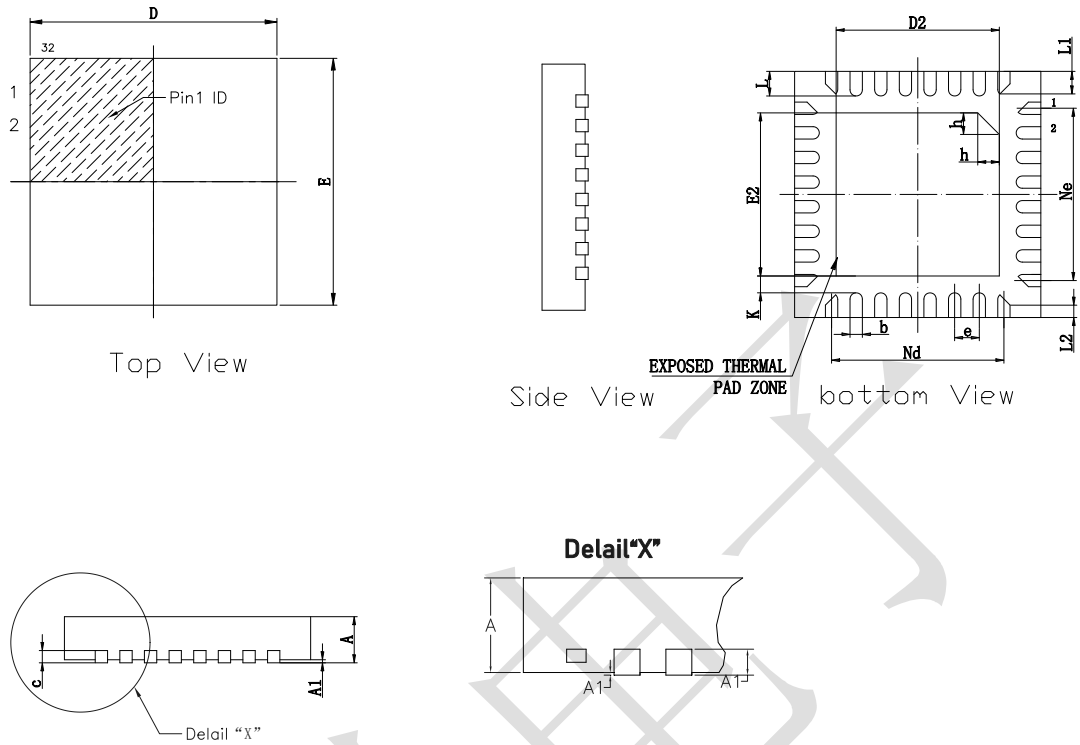
Detail "X"



Dimensions

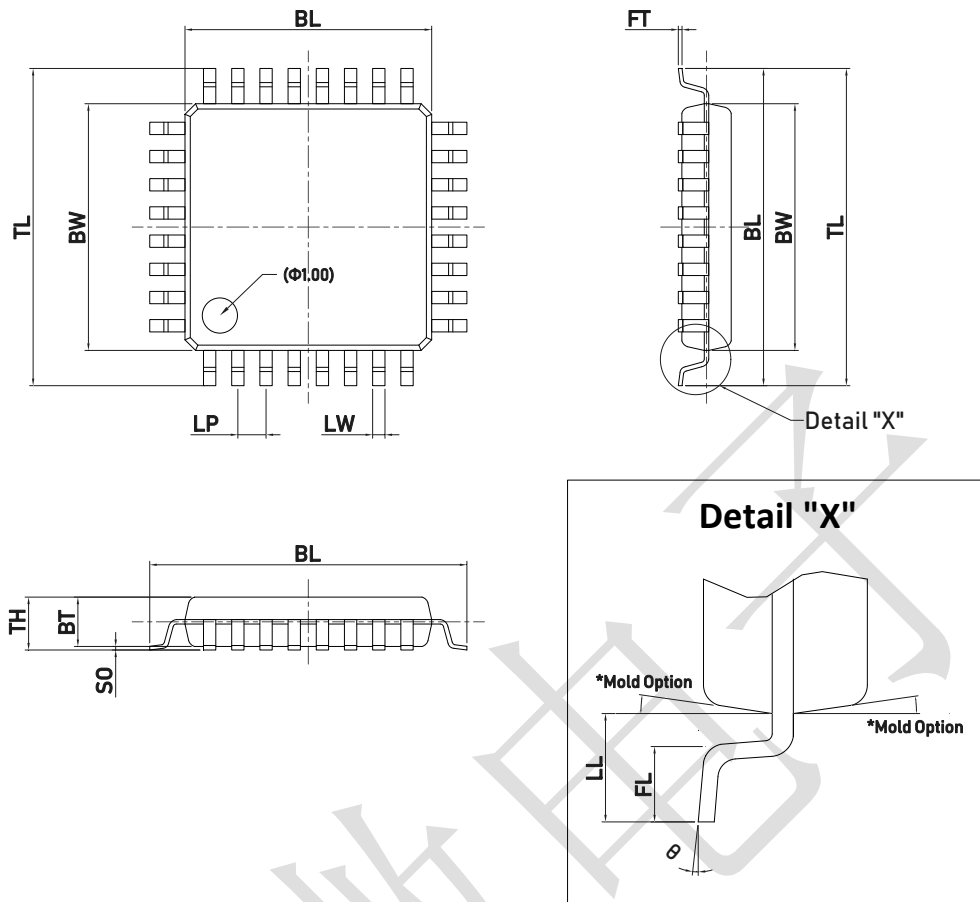
Item	D	E	D1	E1	A	A1	A2	b	e	K	L	h
表示	胶体长度	胶体宽度	焊盘	焊盘	胶体厚度	脚厚	站高	脚宽	脚间距		脚长	
Unit	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Spec	5.10 (5.00) 4.90	5.10 (5.00) 4.90	3.20 (3.10) 3.00	3.20 (3.10) 3.00	0.60 (0.75) 0.70	0.25 (0.203) 0.15	0.05 (0.02) 0.00	0.255 (0.230) 0.215	0.500 TYP	0.40 (0.55) 0.50	0.50 (0.40) 0.30	0.51 (0.41) 0.31

封装示意图 (QFN32_4×4)


Dimensions

Item	D	E	A	A1	b	c	D2	e	Ne	Nd	E2	L	L1	L2	K	h
Unit	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Spec	4.10 (4.00) 3.90	4.10 (4.00) 3.90	0.80 (0.75) 0.70	0.05 (0.02) 0.0	0.25 (0.20) 0.15	0.25 (0.20) 0.18	2.80 (2.70) 2.60	0.40BSC	2.80BSC	2.80BSC	2.80 (2.70) 2.60	0.45 (0.40) 0.35	0.40 (0.35) 0.30	0.25 (0.20) 0.15	-- 0.20	0.40 (0.35) 0.30

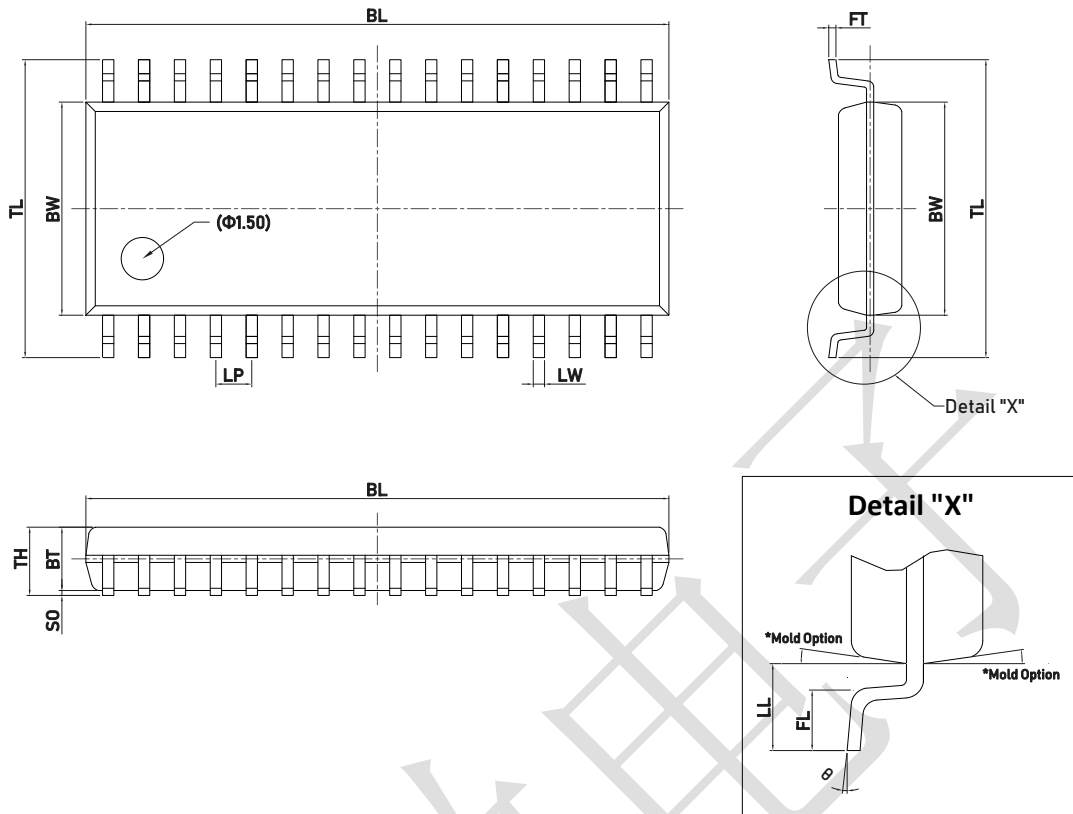
封装示意图 (LQFP32)



Dimensions

Item	BL	BW	TL	LW	LP	FT	BT	SO	TH	LL	FL	θ
表示	总长	胶体宽度	跨度	脚宽	脚间距	脚厚	胶体厚度	站高	胶体高度	单边长	脚长	脚角度
Unit	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	°
Spec	7.10 (7.00) 6.90	7.10 (7.00) 6.90	9.20 (9.00) 8.80	0.350 TYP	0.800 TYP	0.150 (0.127) 0.100	1.45 (1.40) 1.35	0.150 (0.100) 0.050	1.550 Max.	1.10 (1.00) 0.90	0.75 (0.60) 0.45	8 (4) 0

封装示意图 (SOP32)



Dimensions

Item	BL	BW	TL	LW	LP	FT	BT	SO	TH	LL	FL	θ
表示	总长	胶体宽度	跨度	脚宽	脚间距	脚厚	胶体厚度	站高	胶体高度	单边长	脚长	脚角度
Unit	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	°
Spec	20.73 (20.63) 20.53	7.64 (7.54) 7.44	10.60 (10.40) 10.20	0.400 TYP	1.270 TYP	0.250 (0.200) 0.170	2.34 (2.24) 2.14	0.250 (0.175) 0.100	2.490 Max.	1.60 (1.50) 1.40	0.95 (0.75) 0.55	8 (4) 0

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)