



# HT16C22A/HT16C22AG RAM映射 44×4 LCD 控制驱动器

## 特性

- 工作电压：2.4V~5.5V
- 内部 32kHz RC 振荡器
- Bias：1/2 或 1/3；Duty：1/4
- 带电压跟随器的内部 LCD 偏置发生器
- I<sup>2</sup>C 接口
- 两个可选 LCD 帧频率：80Hz 或 160Hz
- 多达 44×4 位 RAM 用来存储显示数据
- 最大显示模式 44×4：  
44 个 SEG 和 4 个 COM
- 多种闪烁模式
- 读 / 写地址自动增加
- 内建 16 级 VLCD 电压调整电路
- 低功耗
- 提供 VLCD 引脚来调整 LCD 工作电压
- 采用硅栅极 CMOS 制造工艺
- 封装类型：48/52-pin LQFP，Chip 和 COG

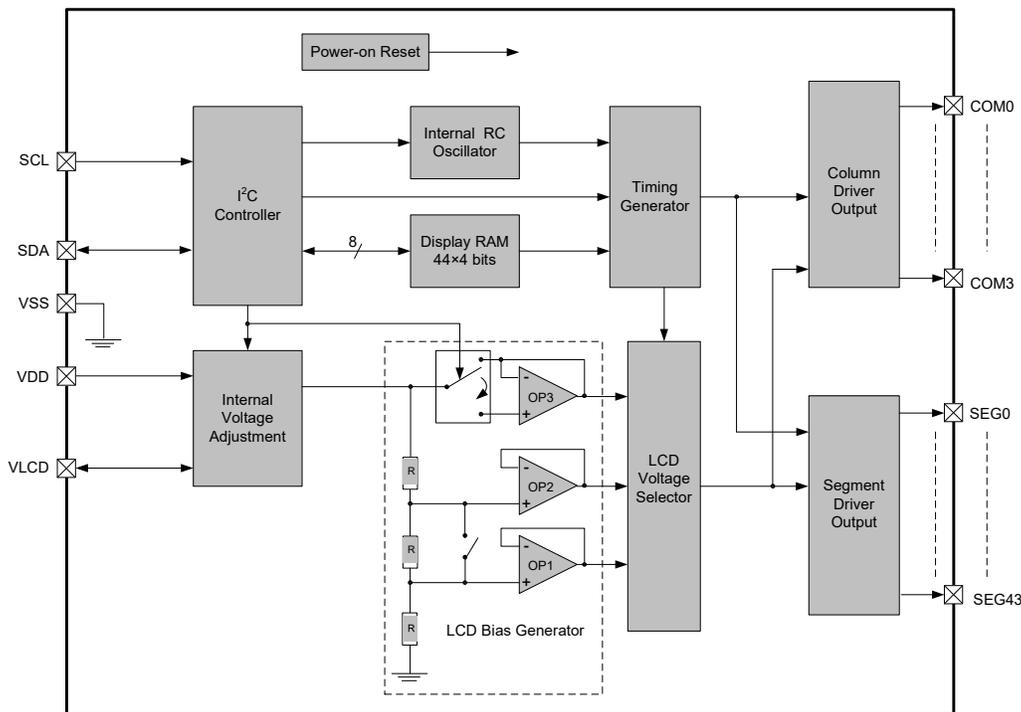
## 应用领域

- 电表
- 水表
- 气表
- 热能表
- 家用电器
- 游戏机
- 电话机
- 消费类电子产品

## 概述

HT16C22A/HT16C22AG 是一款存储器映射和多功能 LCD 控制 / 驱动芯片。该芯片显示模式有 176 点 (44×4)。HT16C22A/HT16C22AG 软件配置特性使得它适用于多种 LCD 应用，包括 LCD 模块和显示子系统。HT16C22A/HT16C22AG 通过双线双向 I<sup>2</sup>C 接口与大多数微处理器 / 微控制器进行通信。

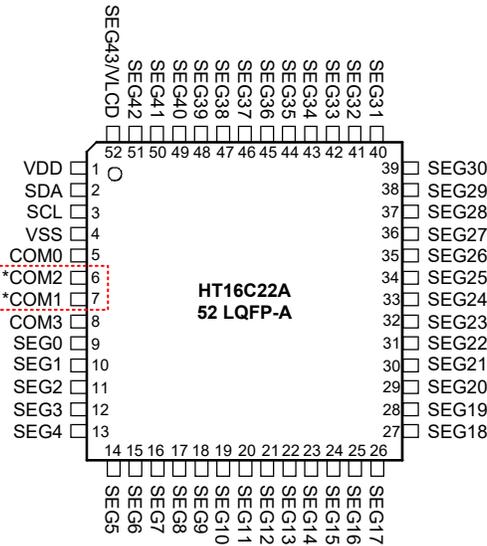
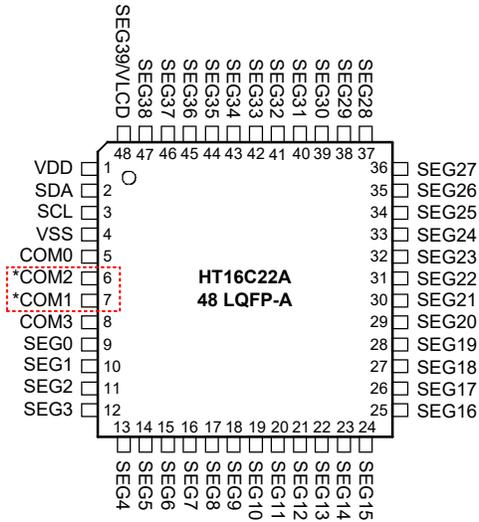
## 方框图





HT16C22A/HT16C22AG

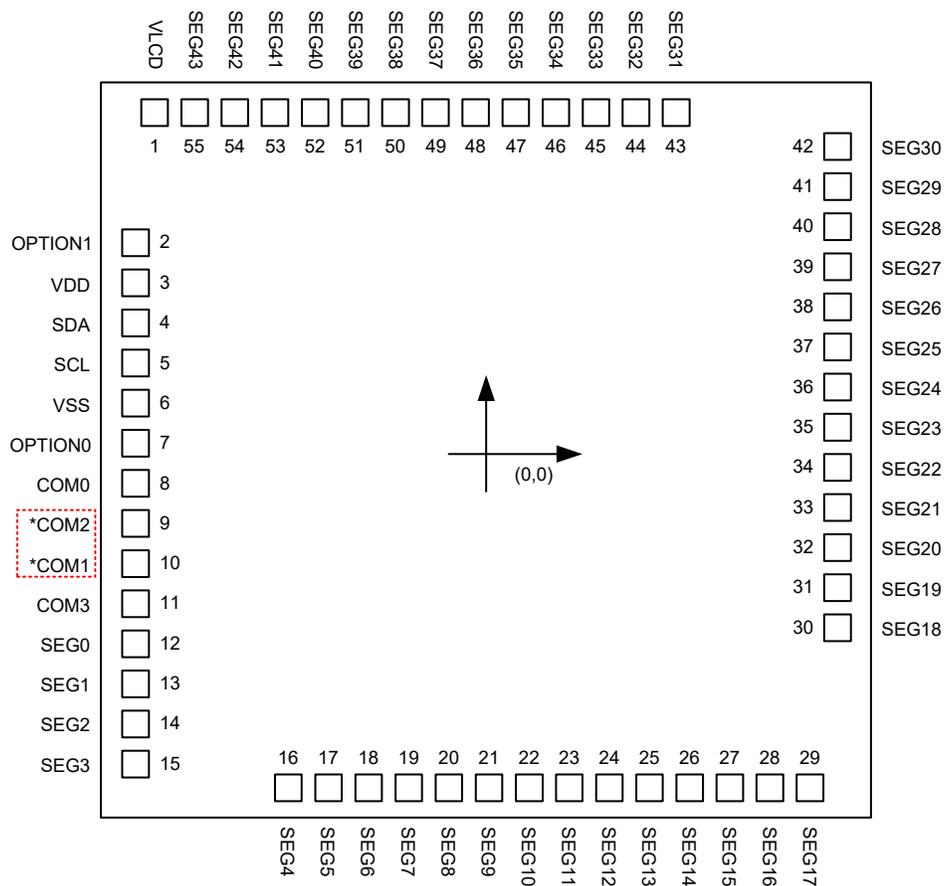
引脚图



注: \*COM1 和 \*COM2 引脚未按顺序排列。



COB Pad



芯片尺寸: 1406×1348  $\mu\text{m}^2$   
窗口大小: 60×60  $\mu\text{m}^2$

- 注: 1. OPTION0 (Pad7) 应连接 VDD 或浮空。  
2. OPTION0 (Pad2) 应连接到 VSS 或浮空。  
3. 在 PCB 布局中, IC 基板应连接到 VSS。  
4. \*COM1 和 \*COM2 引脚未按顺序排列。

内部电压调整 (IVA) 设置命令		VLCD (Pad1)	SEG43 (Pad56)	备注
DE 位	VE 位			
0	0	输入	Null	VLCD 输入电压小于等于 V <sub>DD</sub> 电压。
0	1	输出	Null	VLCD 是外部主机 MCU 电压侦测引脚。
1	0	Null	输出	—
1	1	Null	输出	—

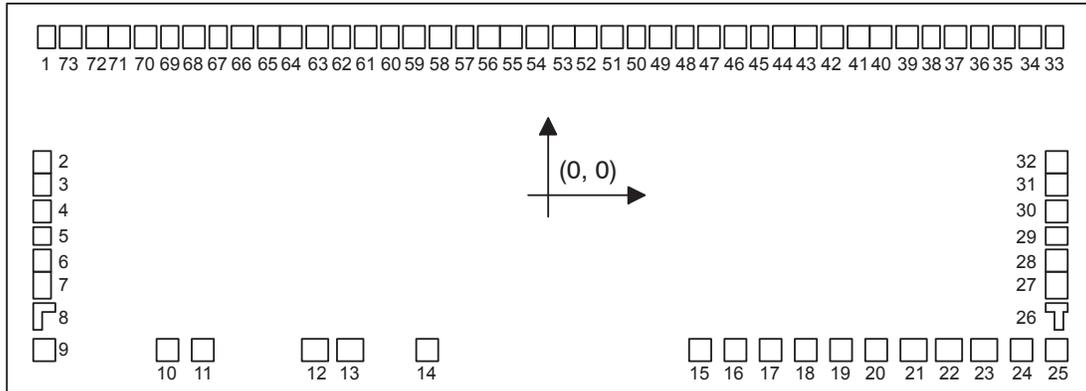
**COB Pad 坐标**

 单位:  $\mu\text{m}$ 

编号	名称	X	Y	编号	名称	X	Y
1	VLCD	-578	587	29	SEG17	578	-587
2	OPTION1	-616	370.32	30	SEG18	616	-298.2
3	VDD	-616	300.32	31	SEG19	616	-227.6
4	SDA	-616	230.32	32	SEG20	616	-157
5	SCL	-616	160.32	33	SEG21	616	-86.4
6	VSS	-616	90.32	34	SEG22	616	-15.8
7	OPTION0	-616	20.32	35	SEG23	616	54.8
8	COM0	-616	-54.8	36	SEG24	616	125.4
9	*COM2	-616	-125.4	37	SEG25	616	196
10	*COM1	-616	-196	38	SEG26	616	266.6
11	COM3	-616	-266.6	39	SEG27	616	337.2
12	SEG0	-616	-337.2	40	SEG28	616	407.8
13	SEG1	-616	-407.8	41	SEG29	616	478.4
14	SEG2	-616	-478.4	42	SEG30	616	549
15	SEG3	-616	-549	43	SEG31	339.8	587
16	SEG4	-339.8	-587	44	SEG32	269.2	587
17	SEG5	-269.2	-587	45	SEG33	198.6	587
18	SEG6	-198.6	-587	46	SEG34	128	587
19	SEG7	-128	-587	47	SEG35	57.4	587
20	SEG8	-57.4	-587	48	SEG36	-13.2	587
21	SEG9	13.2	-587	49	SEG37	-83.8	587
22	SEG10	83.8	-587	50	SEG38	-154.4	587
23	SEG11	154.4	-587	51	SEG39	-225	587
24	SEG12	225	-587	52	SEG40	-295.6	587
25	SEG13	295.6	-587	53	SEG41	-366.2	587
26	SEG14	366.2	-587	54	SEG42	-436.8	587
27	SEG15	436.8	-587	55	SEG43	-507.4	587
28	SEG16	507.4	-587	56			

注: \*COM1 和 \*COM2 引脚未按顺序排列。

### COG Pad 图



注:

内部电压调整 (IVA) 设置命令		VLCD (pad 14)	SEG43 (pad 5)	备注
DE 位	VE 位			
0	0	输入	Null	VLCD 输入电压小于等于 VDD 电压。
0	1	输出	Null	VLCD 是外部主机 MCU 电压侦测引脚。
1	0	Null	输出	—
1	1	Null	输出	—

### COG Pad 尺寸

名称	编号	尺寸		单位	
		X	Y		
芯片尺寸	—	2656	938	μm	
芯片厚度	—	508		μm	
Pad 间距	1~7, 27~73	60		μm	
	9~25	87		μm	
Bump 尺寸	输出 pad	34~73	40	60	μm
		2~5, 29~32	60	40	μm
	输入 pad	10~14	67	67	μm
	预留 pad	1, 33	40	60	μm
		6~7, 27~28	60	40	μm
Bump 高度	所有 pad	9, 15~25	67	67	μm
Bump 高度	所有 pad	18±3		μm	

## COG 对齐标记尺寸

名称	编号	尺寸	单位
ALIGN_A	8		µm
ALIGN_B	26		µm

## COG Pad 坐标

单位: µm

编号	名称	X	Y	编号	名称	X	Y
1	DUMMY	-1230	379.5	39	SEG5	870	379.5
2	SEG40	-1238.5	86.25	40	SEG6	810	379.5
3	SEG41	-1238.5	26.25	41	SEG7	750	379.5
4	SEG42	-1238.5	-33.75	42	SEG8	690	379.5
5	SEG43	-1238.5	-93.75	43	SEG9	630	379.5
6	DUMMY	-1238.5	-153.75	44	SEG10	570	379.5
7	DUMMY	-1238.5	-213.75	45	SEG11	510	379.5
9	DUMMY	-1235	-370.4	46	SEG12	450	379.5
10	SDA	-933	-370.4	47	SEG13	390	379.5
11	SCL	-846	-370.4	48	SEG14	330	379.5
12	VDD	-575	-370.4	49	SEG15	270	379.5
13	VSS	-488	-370.4	50	SEG16	210	379.5
14	VLCD	-300	-370.4	51	SEG17	150	379.5
15	DUMMY	365	-370.4	52	SEG18	90	379.5
16	DUMMY	452	-370.4	53	SEG19	30	379.5
17	DUMMY	539	-370.4	54	SEG20	-30	379.5
18	DUMMY	626	-370.4	55	SEG21	-90	379.5

编号	名称	X	Y	编号	名称	X	Y
19	DUMMY	713	-370.4	56	SEG22	-150	379.5
20	DUMMY	800	-370.4	57	SEG23	-210	379.5
21	DUMMY	887	-370.4	58	SEG24	-270	379.5
22	DUMMY	974	-370.4	59	SEG25	-330	379.5
23	DUMMY	1061	-370.4	60	SEG26	-390	379.5
24	DUMMY	1148	-370.4	61	SEG27	-450	379.5
25	DUMMY	1235	-370.4	62	SEG28	-510	379.5
27	DUMMY	1238.5	-213.75	63	SEG29	-570	379.5
28	DUMMY	1238.5	-153.75	64	SEG30	-630	379.5
29	COM0	1238.5	-93.75	65	SEG31	-690	379.5
30	COM1	1238.5	-33.75	66	SEG32	-750	379.5
31	COM2	1238.5	26.25	67	SEG33	-810	379.5
32	COM3	1238.5	86.25	68	SEG34	-870	379.5
33	DUMMY	1230	379.5	69	SEG35	-930	379.5
34	SEG0	1170	379.5	70	SEG36	-990	379.5
35	SEG1	1110	379.5	71	SEG37	-1050	379.5
36	SEG2	1050	379.5	72	SEG38	-1110	379.5
37	SEG3	990	379.5	73	SEG39	-1170	379.5
38	SEG4	930	379.5				

## COG 对齐标记坐标

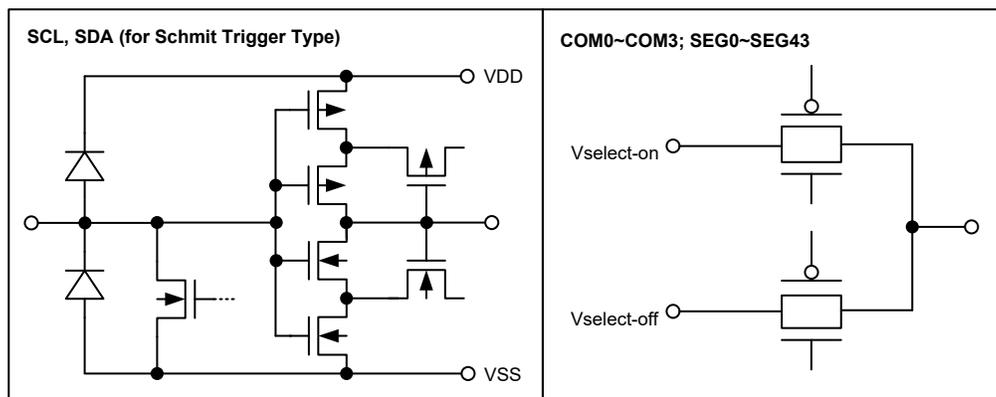
编号	名称	X	Y	编号	名称	X	Y
8	ALIGN_A	-1237.5	-285	26	ALIGN_B	1237.5	-285

## 引脚说明

引脚名称	类型	说明
SDA	I/O	I <sup>2</sup> C 接口串行数据输入 / 输出
SCL	I	I <sup>2</sup> C 接口串行时钟输入
VDD	—	正电源电压
VSS	—	负电源电压, 地
VLCD	—	LCD 驱动器电源电压 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 对于有 VLCD 引脚封装的芯片, 在 VLCD 引脚和 VDD 引脚之间连接一个外部电阻, 该电阻用来决定 VLCD 引脚的偏置电压。内部电压调整功能除能。</li> <li>• 内部电压调节功能可用来调节 VLCD 电压。如果 VLCD 引脚作为电压输出检测引脚, 则外部电源不应连接到 VLCD 引脚。</li> <li>• 对于有 VLCD 引脚封装的芯片, 可通过外部单片机检测 VLCD 引脚的电压和编程调整内部电压。</li> </ul>
COM0~COM3	O	LCD COM 输出
SEG0~SEG43	O	LCD SEG 输出



### 内部连接简图



### 极限参数

电源供应电压 .....  $V_{SS}-0.3V \sim V_{SS}+6.5V$       储存温度 .....  $-55^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$   
 端口输入电压 .....  $V_{SS}-0.3V \sim V_{DD}+0.3V$       工作温度 .....  $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

注：这里只强调额定功率，超过极限参数所规定的范围将对芯片造成损害，无法预期芯片在上述标示范围外的工作状态，而且若长期在标示范围外的条件下工作，可能影响芯片的可靠性。

### 直流电气特性

$V_{SS}=0V, V_{DD}=2.4V \sim 5.5V, V_{LCD}=2.4V \sim 5.5V, T_a=-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

符号	参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
		$V_{DD}$	条件				
$V_{DD}$	工作电压	—	—	2.4	—	5.5	V
$V_{LCD}$	工作电压	—	—	2.4	—	$V_{DD}$	V
$I_{DD}$	工作电流	3V	无负载, $V_{LCD}=V_{DD}$ , 1/3 bias $f_{LCD}=80Hz$ , LCD 显示开启, 内部系统振荡器开启, DA0~DA3 设置为“0000”	—	18	27	$\mu A$
		5V	—	—	25	40	$\mu A$
		3V	无负载, $V_{LCD}=V_{DD}$ , 1/3 bias $f_{LCD}=80Hz$ , LCD 显示关闭, 内部系统振荡器开启, DA0~DA3 设置为“0000”	—	2	5	$\mu A$
		5V	—	—	4	10	$\mu A$
$I_{STB}$	待机电流	3V	无负载, $V_{LCD}=V_{DD}$ ,	—	—	1	$\mu A$
		5V	LCD 显示关闭, 内部振荡器关闭	—	—	2	$\mu A$
$V_{IH}$	高电平输入电压	—	SDA, SCL	$0.7V_{DD}$	—	$V_{DD}$	V
$V_{IL}$	低电平输入电压	—	SDA, SCL	0	—	$0.3V_{DD}$	V
$I_{IL}$	输入漏电流	—	$V_{IN}=V_{SS}$ 或 $V_{DD}$	-1	—	1	$\mu A$
$I_{OL}$	低电平输出电流	3V	$V_{OL}=0.4V$ , SDA 引脚	3	—	—	mA
		5V		6	—	—	mA



符号	参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
		V <sub>DD</sub>	条件				
I <sub>OL1</sub>	LCD COM 灌电流	3V	V <sub>LCD</sub> =3V, V <sub>OL</sub> =0.3V	250	400	—	μA
		5V	V <sub>LCD</sub> =5V, V <sub>OL</sub> =0.5V	500	800	—	μA
I <sub>OH1</sub>	LCD COM 源电流	3V	V <sub>LCD</sub> =3V, V <sub>OH</sub> =2.7V	-140	-230	—	μA
		5V	V <sub>LCD</sub> =5V, V <sub>OH</sub> =4.5V	-300	-500	—	μA
I <sub>OL2</sub>	LCD SEG 灌电流	3V	V <sub>LCD</sub> =3V, V <sub>OL</sub> =0.3V	250	400	—	μA
		5V	V <sub>LCD</sub> =5V, V <sub>OL</sub> =0.5V	500	800	—	μA
I <sub>OH2</sub>	LCD SEG 源电流	3V	V <sub>LCD</sub> =3V, V <sub>OH</sub> =2.7V	-140	-230	—	μA
		5V	V <sub>LCD</sub> =5V, V <sub>OH</sub> =4.5V	-300	-500	—	μA

### 交流电气特性

V<sub>SS</sub>=0V, V<sub>DD</sub>=2.4V~5.5V, V<sub>LCD</sub>=2.4V~5.5V, T<sub>a</sub>=-40°C~85°C, 除非另有说明

符号	参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
		V <sub>DD</sub>	条件				
f <sub>LCD1</sub>	LCD 帧频率	4V	1/4 duty, T <sub>a</sub> =25°C	72	80	88	Hz
		4V	1/4 duty, T <sub>a</sub> =-40°C~+85°C	52	80	124	Hz
f <sub>LCD2</sub>	LCD 帧频率	4V	1/4 duty, T <sub>a</sub> =25°C	144	160	176	Hz
		4V	1/4 duty, T <sub>a</sub> =-40°C~+85°C	104	160	248	Hz
V <sub>POR</sub>	上电复位电压	—	—	—	—	100	mV
RR <sub>VDD</sub>	上电复位电压速率	—	—	0.05	—	—	V/ms
t <sub>POR</sub>	V <sub>DD</sub> 保持在 V <sub>POR</sub> 的最小时间	—	—	10	—	—	ms

### 交流电气特性 – I<sup>2</sup>C 接口

T<sub>a</sub>=-40°C~85°C

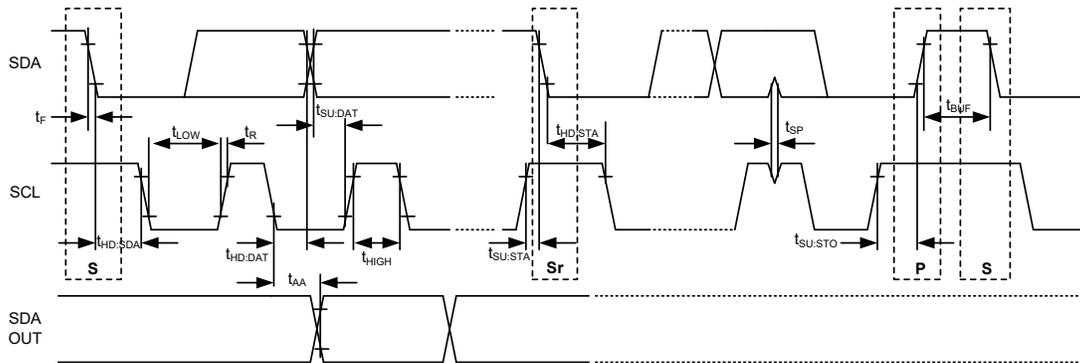
符号	参数	条件	V <sub>DD</sub> =2.4V~5.5V		V <sub>DD</sub> =3.0V~5.5V		单位
			最小	最大	最小	最大	
f <sub>SCL</sub>	时钟频率	—	—	100	—	400	kHz
t <sub>BUF</sub>	总线空闲时间	在此时间内总线必须保持空闲直到新的传输开始	4.7	—	1.3	—	μs
t <sub>HD:STA</sub>	Start 状态保持时间	在此周期之后, 产生第一个时钟脉冲	4.0	—	0.6	—	μs
t <sub>LOW</sub>	SCL 低电平时间	—	4.7	—	1.3	—	μs
t <sub>HIGH</sub>	SCL 高电平时间	—	4.0	—	0.6	—	μs
t <sub>SU:STA</sub>	Start 状态设置时间	仅与重复发送的 START 信号有关	4.7	—	0.6	—	μs
t <sub>HD:DAT</sub>	数据保持时间	—	0	—	0	—	ns
t <sub>SU:DAT</sub>	数据设置时间	—	250	—	100	—	ns
t <sub>r</sub>	SDA 和 SCL 上升时间	注	—	1.0	—	0.3	μs
t <sub>f</sub>	SDA 和 SCL 下降时间	注	—	0.3	—	0.3	μs
t <sub>SU:STO</sub>	Stop 状态设置时间	—	4.0	—	0.6	—	μs

符号	参数	条件	V <sub>DD</sub> =2.4V~5.5V		V <sub>DD</sub> =3.0V~5.5V		单位
			最小	最大	最小	最大	
t <sub>AA</sub>	有效时钟输出时间	—	—	3.5	—	0.9	μs
t <sub>SP</sub>	输入滤波器时间常数 (SDA 和 SCL 引脚)	噪声抑制时间	—	100	—	50	ns

注：这些参数是周期性采样测试结果，并非 100% 测试所得。

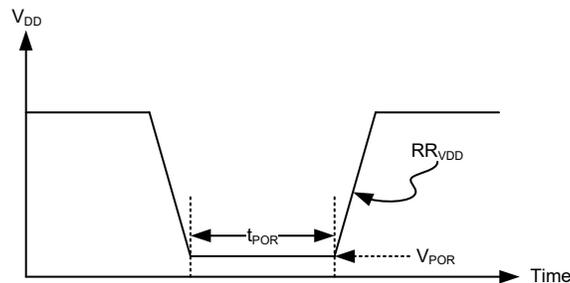
## 时序图

### I<sup>2</sup>C 时序



### 上电复位时序

芯片必须在一定的条件下通电，以确保正确运行，如下图所示。



注意，在电源开启 / 关闭期间，如果上电复位时序的条件未满足，则内部上电复位 (POR) 电路无法正常工作。在芯片工作期间，如果 V<sub>DD</sub> 电压下降到低于最小工作电压规格时，必须满足上电复位时序条件。也就是说，V<sub>DD</sub> 电压必须下降到 0V 且在上升到正常工作电压之前必须最少保持 10ms 的 0V 电压。

## 功能说明

### 上电复位

上电后，芯片通过内部上电复位电路初始化。内部电路初始化后的状态如下所示：

- 所有的 COM/SEG 输出都设为 V<sub>DD</sub>。
- 选择 1/4 duty 输出和 1/3 bias 驱动模式。

- 系统振荡器和 LCD bias 发生器都为关闭状态。
- LCD 显示处于关闭状态。
- 内部电压调整功能使能。
- VLCD 引脚检测开关除能。
- 帧频率设为 80Hz。
- 闪烁功能除能。

上电后，应避免 1ms 内 I<sup>2</sup>C 接口上有数据传输，以完成复位动作。

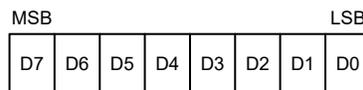
### 显示存储器 – RAM 结构

HT16C22A/HT16C22AG 具有 44×4 位静态 RAM 用于储存 LCD 显示数据，对其写“1”则相对应的 LCD 点亮，写“0”则相对应的 LCD 点灭。

RAM 数据内容直接映射到 LCD 上。RAM 第 1 列的 44 个 SEG 与其对应的 COM0 一起工作。在复杂的 LCD 应用中，第 2 列、第 3 列和第 4 列的 SEG 分别与其对应的 COM1，COM2 和 COM3 分时复用。RAM 数据与 LCD 模式映射关系如下：

输出	COM3	COM2	COM1	COM0	输出	COM3	COM2	COM1	COM0	地址
SEG1					SEG0					00H
SEG3					SEG2					01H
SEG5					SEG4					02H
SEG7					SEG6					03H
SEG9					SEG8					04H
SEG11					SEG10					05H
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
SEG43					SEG42					15H
	D7	D6	D5	D4		D3	D2	D1	D0	Data

I<sup>2</sup>C 接口显示数据传输格式：



### 系统振荡器

内部振荡器为内部逻辑和 LCD 驱动信号提供时序。系统时钟频率 (f<sub>sys</sub>) 决定 LCD 帧频率。系统上电初始化期间，系统振荡器将处于停止状态。

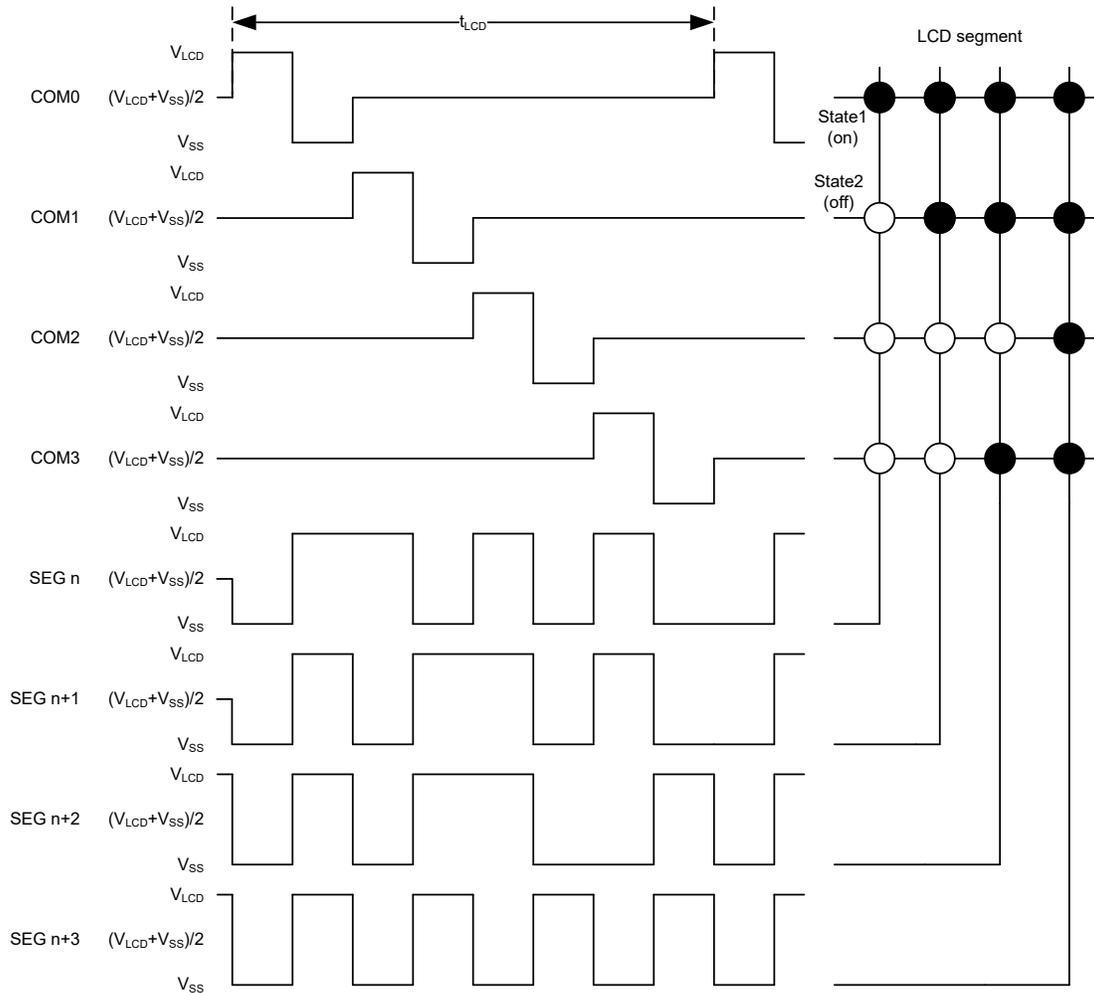
### LCD Bias 发生器

LCD 全压 (V<sub>OP</sub>) 来自 (V<sub>LCD</sub>-V<sub>SS</sub>)。LCD 电压可通过 VLCD 引脚提供的电源电压进行外部温度补偿。

1/2 或 1/3 偏置电压，通过 VLCD 引脚和 VSS 引脚之间内部连接的三个串联电阻分压所获得。将中间电阻切出电路即可实现 1/4 占空比、1/2 偏置电压。

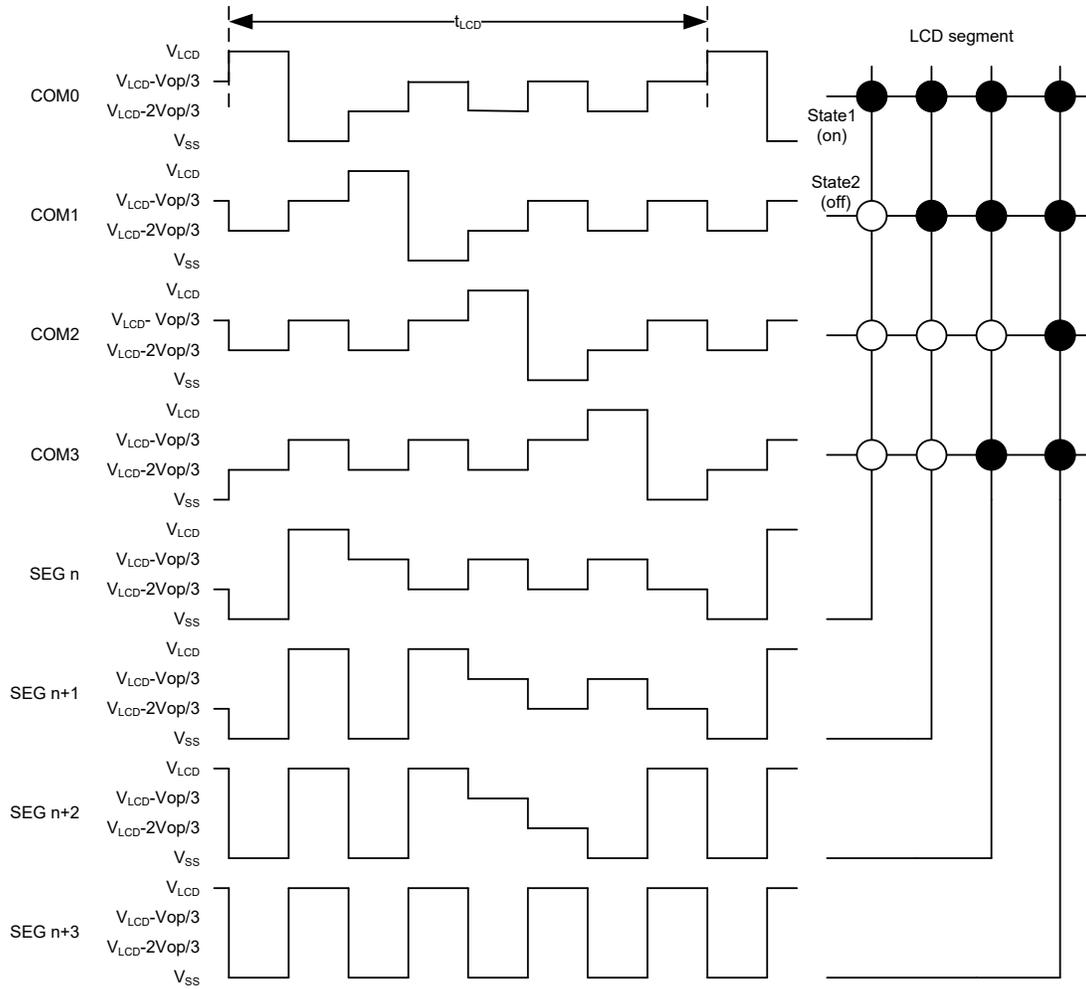
### LCD 驱动模式波形

当 LCD 提供四个 COM，1/4 duty 时，HT16C22A/HT16C22AG 可分别选择 1/2 或 1/3 bias，其波形和 LCD 显示如下图所示：



注：  $t_{LCD}=1/f_{LCD}$ 。

1/4 duty 和 1/2 bias 驱动模式波形图 ( $V_{OP}=V_{LCD}-V_{SS}$ )



注:  $t_{LCD}=1/f_{LCD}$ 。

1/4 duty 和 1/3 bias 驱动模式波形图 ( $V_{op}=V_{LCD}-V_{ss}$ )

### SEG 驱动输出

LCD 驱动块包含 44 个 SEG 输出 (SEG0~SEG43)，这些 SEG 应直接与 LCD 面板相连。根据多路复用 COM 信号和显示锁存器内的数据产生 SEG 输出信号。如果使用的 SEG 数量少于 44 时，则未使用的 SEG 输出应保持开路状态。

### COM 驱动输出

LCD 驱动块包含 4 个 COM 输出 (COM0~COM3)，这些 COM 应直接与 LCD 面板相连。根据所选的 LCD 驱动模式产生 COM 输出信号。如果使用的 COM 数量少于 4 时，则未使用的 COM 输出应保持开路状态。

### 地址指针

通过地址指针来实现显示 RAM 寻址。该机制允许在显示 RAM 的任何位置加载单个或多个显示数据字节。开始寻址时，需先通过地址指针命令对地址指针进行初始化。

### 闪烁功能

该芯片包含多种闪烁模式。通过闪烁命令选择相应的频率使整个显示屏都闪烁。闪烁频率是通过系统频率分频得到的。系统频率与闪烁频率的比率取决于芯片的闪烁模式，如下表所示：

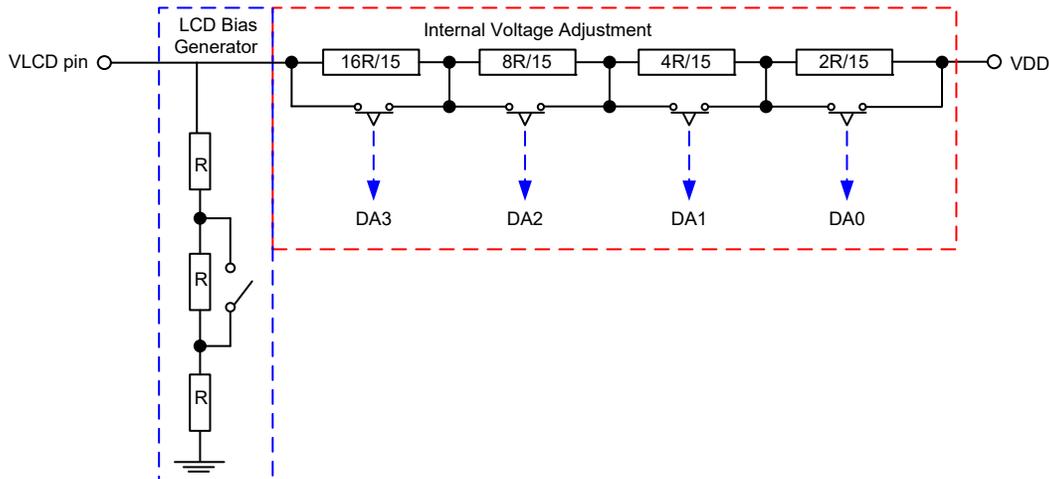
闪烁模式	工作模式比例	闪烁频率 (Hz)
0	0	闪烁关闭
1	$f_{SYS} / 16384$	2
2	$f_{SYS} / 32768$	1
3	$f_{SYS} / 65536$	0.5

### 帧频率

HT16C22A/HT16C22AG 提供两种帧频率，可通过模式设置命令选择为 80Hz 还是 160Hz。

### 内部 $V_{LCD}$ 电压调整

- 内部  $V_{LCD}$  调整模块包含 4 个串联电阻和一个 4 位可编程模拟开关，通过  $V_{LCD}$  电压调整命令可提供 16 级电压调整选项。
- 内部  $V_{LCD}$  调整结构如下图所示：



- 4 位可编程模拟开关和  $V_{LCD}$  输出电压的关系如下表所示：

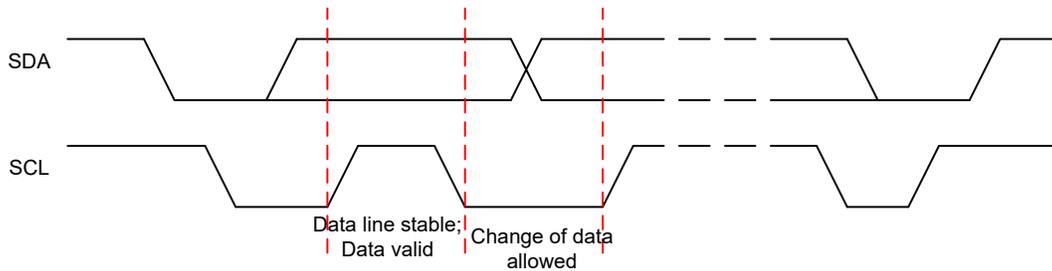
Bias DA3~DA0	1/2	1/3	备注
00H	$1.000 \times V_{DD}$	$1.000 \times V_{DD}$	默认值
01H	$0.9375 \times V_{DD}$	$0.957 \times V_{DD}$	—
02H	$0.882 \times V_{DD}$	$0.918 \times V_{DD}$	—
03H	$0.833 \times V_{DD}$	$0.882 \times V_{DD}$	—
04H	$0.789 \times V_{DD}$	$0.849 \times V_{DD}$	—
05H	$0.750 \times V_{DD}$	$0.818 \times V_{DD}$	—
06H	$0.714 \times V_{DD}$	$0.789 \times V_{DD}$	—
07H	$0.682 \times V_{DD}$	$0.763 \times V_{DD}$	—
08H	$0.652 \times V_{DD}$	$0.738 \times V_{DD}$	—
09H	$0.625 \times V_{DD}$	$0.714 \times V_{DD}$	—
0AH	$0.600 \times V_{DD}$	$0.692 \times V_{DD}$	—
0BH	$0.577 \times V_{DD}$	$0.672 \times V_{DD}$	—
0CH	$0.556 \times V_{DD}$	$0.652 \times V_{DD}$	—
0DH	$0.536 \times V_{DD}$	$0.634 \times V_{DD}$	—
0EH	$0.517 \times V_{DD}$	$0.616 \times V_{DD}$	—
0FH	$0.500 \times V_{DD}$	$0.600 \times V_{DD}$	—

## I<sup>2</sup>C 串行接口

该芯片支持 I<sup>2</sup>C 串行接口，可在不同 IC 或模块之间进行双向双线通信，即一条串行数据线 SDA 和一条串行时钟线 SCL。这两条线分别通过 4.7k $\Omega$  的上拉电阻与正电源相连。当 I<sup>2</sup>C 总线空闲时，这两条线都为高电平。与 I<sup>2</sup>C 接口相连的单片机必须为漏极开路或集电极开路输出，以实现 wired-or 功能。仅当 I<sup>2</sup>C 接口空闲时才开始数据传输。

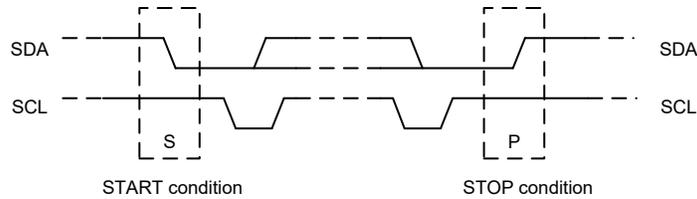
### 数据的有效性

在 SCL=1 期间，SDA 脚的数据位必须保持稳定。仅当 SCL=0 时，SDA 脚的电平才允许变化，如下图所示：



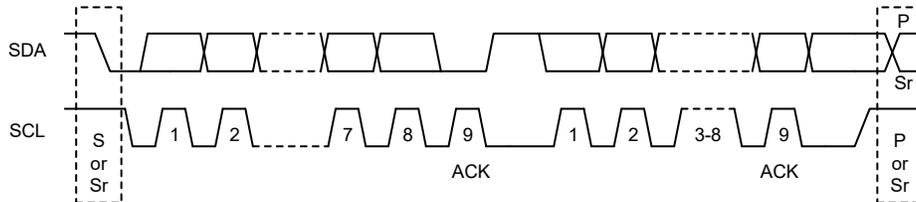
### START 和 STOP 信号

- 在 SCL=1 期间，若 SDA 从高变为低，表示为 START 信号。
- 在 SCL=1 期间，若 SDA 从低变为高，表示为 STOP 信号。
- START 和 STOP 信号总由主机发出。发出 START 信号后，I<sup>2</sup>C 总线被认为处于忙碌状态。发出 STOP 信号一段时间后 I<sup>2</sup>C 总线被认为又处于空闲状态。
- 如果发送重复 START (Sr) 信号而不是 STOP 信号，则 I<sup>2</sup>C 总线保持忙碌状态。在某些方面，START (S) 信号和重复 START (Sr) 信号在功能上是相同的。



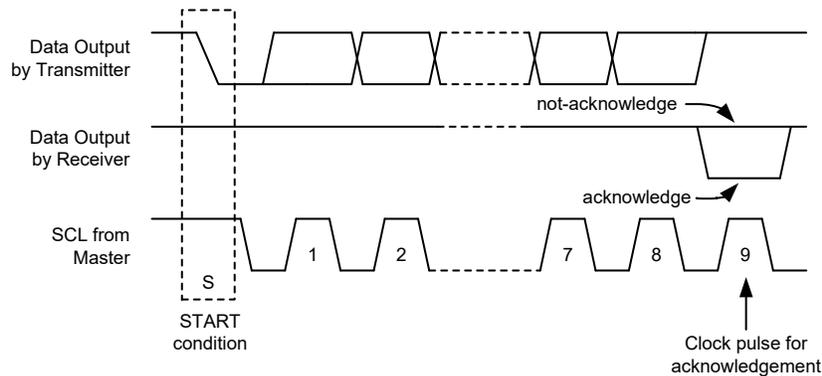
**字节格式**

SDA 线上的每个字节长度必须为 8 位。每次可传输字节的数目是不受限制的。每个字节必须跟随一个应答位。数据传输从最高位开始。



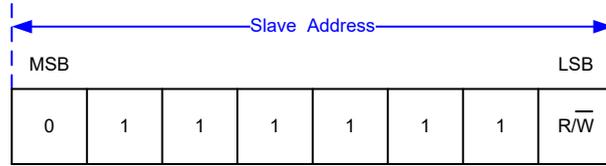
**应答信号**

- 每 8 位字节后都跟一个应答信号。该应答信号为接收方发到 I<sup>2</sup>C 总线的低电平。主机产生一个额外的应答时钟脉冲信号。
- 寻址匹配的从机必须在接收到每个字节后产生一个 ACK 应答信号。
- 发送应答信号的设备必须在应答时钟脉冲期间将 SDA 拉低，并使其在应答时钟脉冲高电平的期间保持低电平。
- 主机接收方在从机发出最后一个字节时生成一个无应答 (NACK) 信号以告知从机结束数据发送。在这种情况下，主机接收方必须在第九个时钟脉冲期间使数据线为高表示无应答。主机将产生一个 STOP 信号或重复发送 START 信号。



**从机寻址**

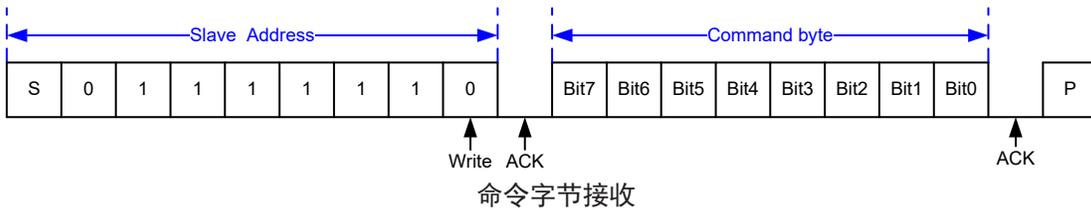
- 主机发送 START 信号后，首先发送的是从机地址字节。第一个字节的前 7 位是从机地址，第 8 位是读 / 写位。当 R/W 是“1”时，选择读操作；是“0”时，选择写操作。
- HT16C22A/HT16C22AG 地址位为“0111111”。芯片接收到地址位后将其与自身内部的地址进行比较。如果从主机上接收到的地址与自身的内部地址相匹配，则会在 SDA 线上输出一个应答信号。



## 写操作

### 字节写操作

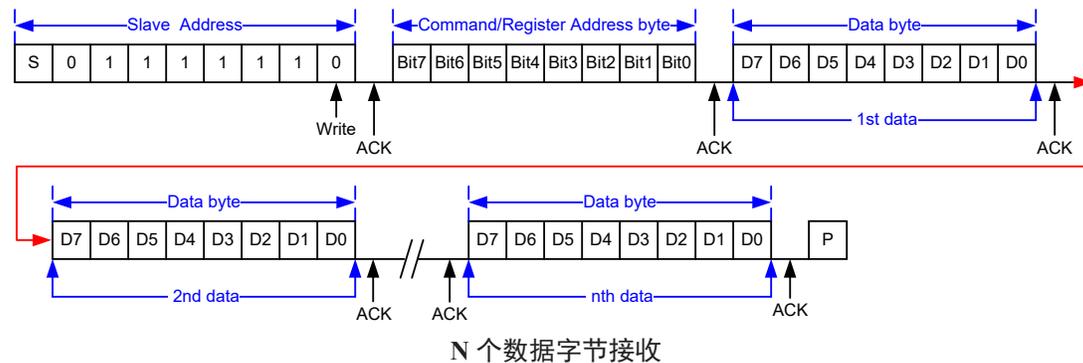
字节写入操作命令由一个 START 信号，一个带读 / 写位的从机地址，一个有效寄存器地址字节，一个数据字节和一个 STOP 信号组成。当这三个字节分别被接收后，该芯片会都以 ACK 作应答。



注：如果从机地址后的字节是一个命令码，则命令码后的字节可忽略不管。

### 页写入操作

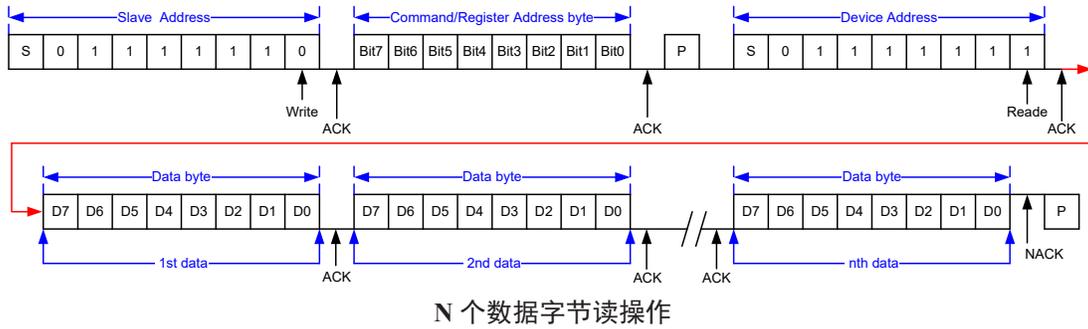
发送 START 信号后，一个带读 / 写位的从机地址被发送至 I<sup>2</sup>C 总线，紧接着寄存器地址内容被写入内部地址指针。接着发送写入存储器内的数据，之后地址指针自动加“1”，因此可以在接收到一个应答信号后对下一个地址进行写入操作。当内部地址指针达到最大存储器地址 (15H) 时，地址指针变为 00H。



### 读操作

在此模式下，主机设置从机地址后读取 HT16C22A/HT16C22AG 的数据。R/W 位 (= “0”) 之后是一个应答位和写入内部地址指针的寄存器地址字节  $A_N$ 。当配置完读操作的起始地址后，另一个 START 信号和从机地址被发送到 I<sup>2</sup>C 总线，紧接着是 R/W 位 (= “1”)。先发送数据高位。接收到应答信号后地址指针才会加 “1”。意思就是如果芯片在地址为  $A_{N+1}$  时发送数据，主机将读取并应答发送的新数据字节，且地址指针增加到  $A_{N+2}$ 。当内部地址指针达到最大地址 15H 时，地址指针变为 00H。

连续地址的读周期将继续，直到主机发送一个 STOP 信号。



### 命令总结

#### LCD 驱动模式设置命令

这个命令用来设置帧频率输出、内部系统振荡器开启 / 关闭、显示开启 / 关闭和驱动模式。

功能	(MSB) Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	(LSB) Bit 0	备注	Def
模式设置	1	0	0	F	S	E	0	M0		80H

注：

Bit 0	Bias
M0	
0	1/3 Bias
1	1/2 Bias

Bit 3	Bit 2	内部系统振荡器	LCD 显示
S	E		
0	X	off	off
1	0	on	off
1	1	on	on

Bit 4	帧频率
F	
0	80Hz
1	160Hz

- 上电状态：选择 1/3 bias 驱动模式，显示关闭且内部系统振荡器除能，帧频率 = 80Hz。
- 若所编写的命令数据是未定义的，则此功能不受影响。

### 显示数据输入设置命令

此命令用于 MCU 发送数据到 HT16C22A/HT16C22AG 显示存储器。

功能	(MSB) Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	(LSB) Bit 0	备注	Def
地址指针	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	存储器映射的 显示数据起始 地址	00H
注：										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 上电状态：地址为 00H。</li> <li>• 如果地址到达 15H 后，指针复位为 00H。</li> <li>• 若所编写的命令数据是未定义的，则此功能不受影响。</li> </ul>										

### 闪烁设置命令

该命令用来定义 LCD 显示模式的闪烁频率。

功能	(MSB) Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	(LSB) Bit 0	备注	Def																	
闪烁频率	1	1	0	0	0	0	BK1	BK0		C0H																	
注：																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit 1</th> <th>Bit 0</th> <th rowspan="2">闪烁频率</th> </tr> <tr> <th>BK1</th> <th>BK0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>闪烁关闭</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2Hz</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1Hz</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0.5Hz</td> </tr> </tbody> </table>											Bit 1	Bit 0	闪烁频率	BK1	BK0	0	0	闪烁关闭	0	1	2Hz	1	0	1Hz	1	1	0.5Hz
Bit 1	Bit 0	闪烁频率																									
BK1	BK0																										
0	0	闪烁关闭																									
0	1	2Hz																									
1	0	1Hz																									
1	1	0.5Hz																									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 上电状态：闪烁功能关闭。</li> <li>• 若所编写的命令数据是未定义的，则此功能不受影响。</li> </ul>																											

### 内部电压调整 (IVA) 设置命令

内部电压 ( $V_{LCD}$ ) 通过设置 LCD 工作电压调整命令可提供 16 种稳定电压调整选项。

功能	(MSB) Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	(LSB) Bit 0	备注	Def
内部电压调整设置	0	1	DE	VE	DA3	DA2	DA1	DA0	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEG/VLCD 共用引脚可通过“DE”位来设置。</li> <li>“VE”位用来使能/除能内部偏置电压调整功能。</li> <li>DA3~DA0 用来调整 <math>V_{LCD}</math> 输出电压。</li> </ul>	70H

注:

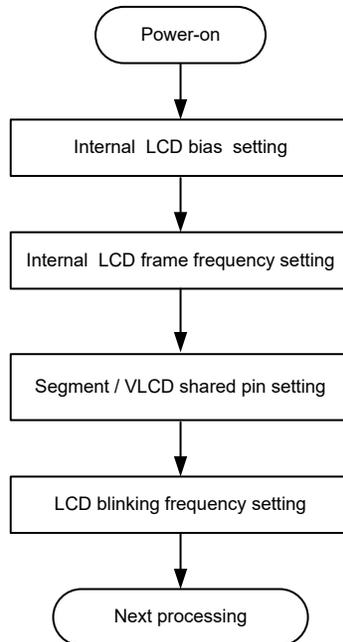
Bit 5 DE	Bit 4 VE	SEG/VLCD 共用引脚选择	内部电压 调整功能	备注
0	0	VLCD 引脚	off	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEG/VLCD 共用引脚设置为 VLCD 引脚。</li> <li>除能内部电压调整功能。</li> <li>必须在 VLCD 引脚与 VDD 引脚之间连接一个外部电阻, 该电阻用来调整偏置电压, 并且必须将 DA3~DA0 位设为除了“0000”以外的其它值以使能内部电压跟随器 (OP3)。</li> <li>如果 VLCD 引脚与 VDD 引脚相连, 必须将 DA3~DA0 位设为“0000”以除能内部电压跟随器 (OP3)。</li> </ul>
0	1	VLCD 引脚	on	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEG/VLCD 共用引脚设置为 VLCD 引脚。</li> <li>使能内部电压调整功能。</li> <li>通过外部 MCU 检测 VLCD 引脚电压。</li> </ul>
1	0	SEG 引脚	off	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEG/VLCD 共用引脚设置为 SEG 引脚。</li> <li>除能内部电压调整功能。</li> <li>偏置电压由内部 <math>V_{DD}</math> 提供。</li> <li>不论 DA3~DA0 为什么值, 内部电压跟随器 (OP3) 都除能。</li> </ul>
1	1	SEG 引脚	on	<ul style="list-style-type: none"> <li>SEG/VLCD 引脚设置为 SEG 引脚。</li> <li>使能内部电压调整功能。</li> </ul>

- 当 DA0~DA3 位设为“0000”, 内部电压跟随器 (OP3) 除能, 当 DA0~DA3 位设置为除“0000”之外的其他值时, 内部电压跟随器 (OP3) 使能。
- 上电状态: 使能内部电压调整功能且 SEG/VLCD 引脚选择为 SEG 引脚。
- 若所编写的命令数据是未定义的, 则此功能不受影响。

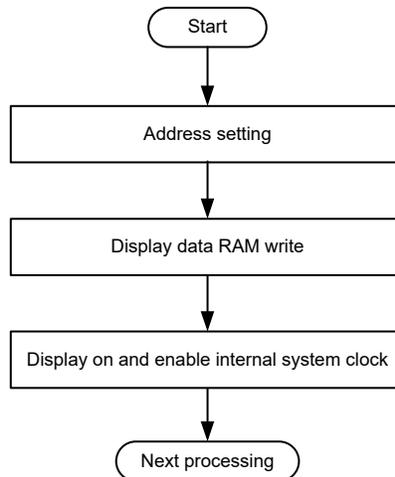
## 工作流程图

访问程序的流程图如下所示。

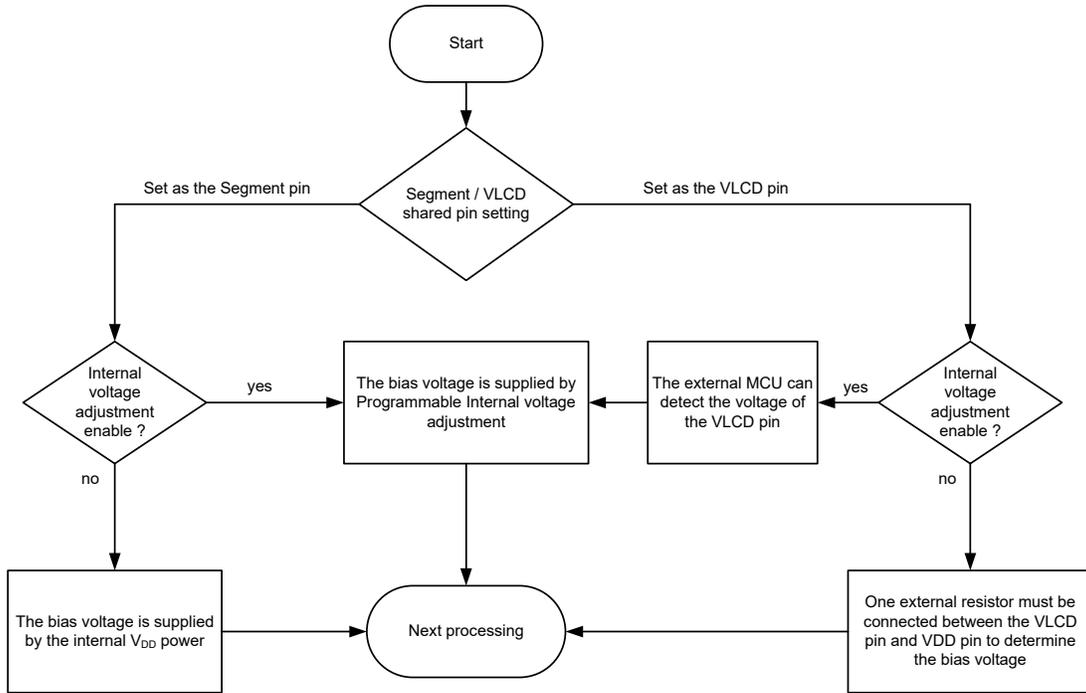
### 初始化



### 显示数据读 / 写 ( 地址设置 )



### SEG/VLCD 共用引脚和内部电压调整设置



### 电源电压供应顺序

- 如果 VLCD 引脚和 VDD 引脚单独供电，则强烈建议遵循 Holtek 供电顺序要求。
- 如果不遵循电源电压供应顺序的要求，可能会造成故障。

Holtek 电源电压供应顺序要求：

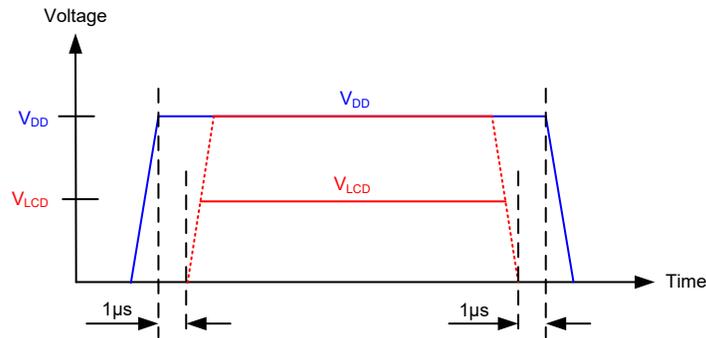
1. 上电顺序：

首先开启逻辑电源电压  $V_{DD}$ ，然后开启 LCD 驱动电压  $V_{LCD}$ 。

2. 关电顺序：

首先关闭 LCD 驱动电压  $V_{LCD}$ ，然后关闭逻辑电源电压  $V_{DD}$ 。

当  $V_{LCD}$  电压小于或等于  $V_{DD}$  电压时：

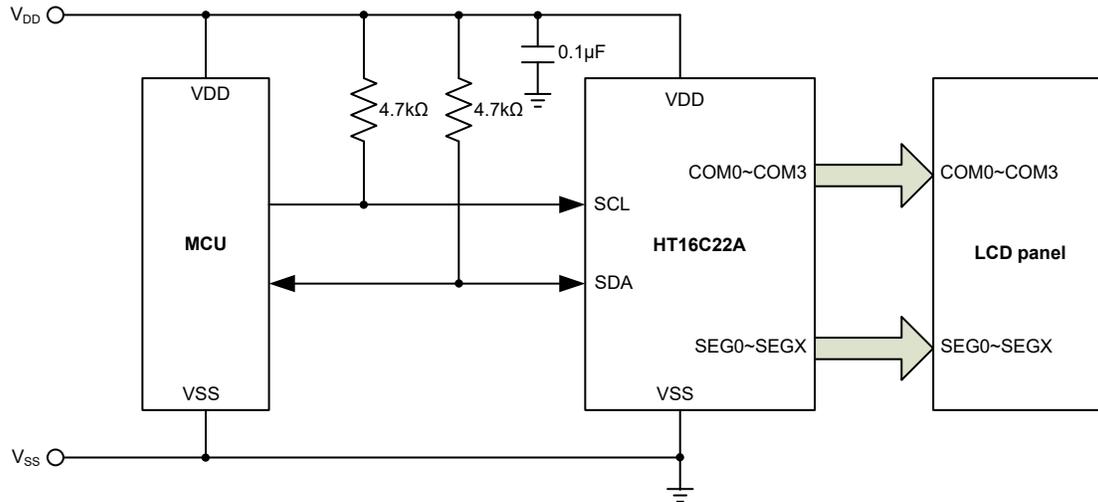


## 应用电路

### 当 SEG/VLCD 引脚被设置为 SEG 引脚

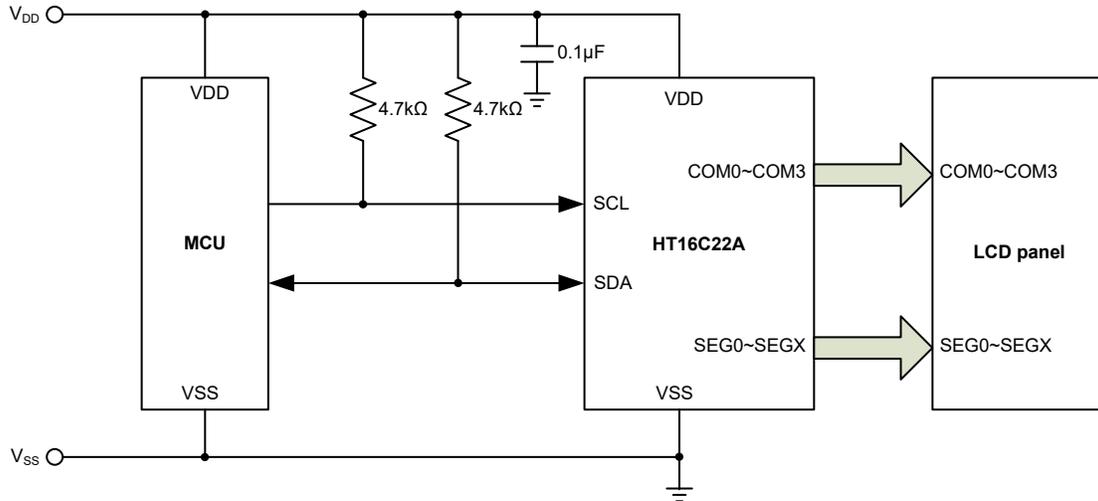
(1)

- 除能内部电压调整功能。
- 偏置电压由内部 V<sub>DD</sub> 电源提供。



(2)

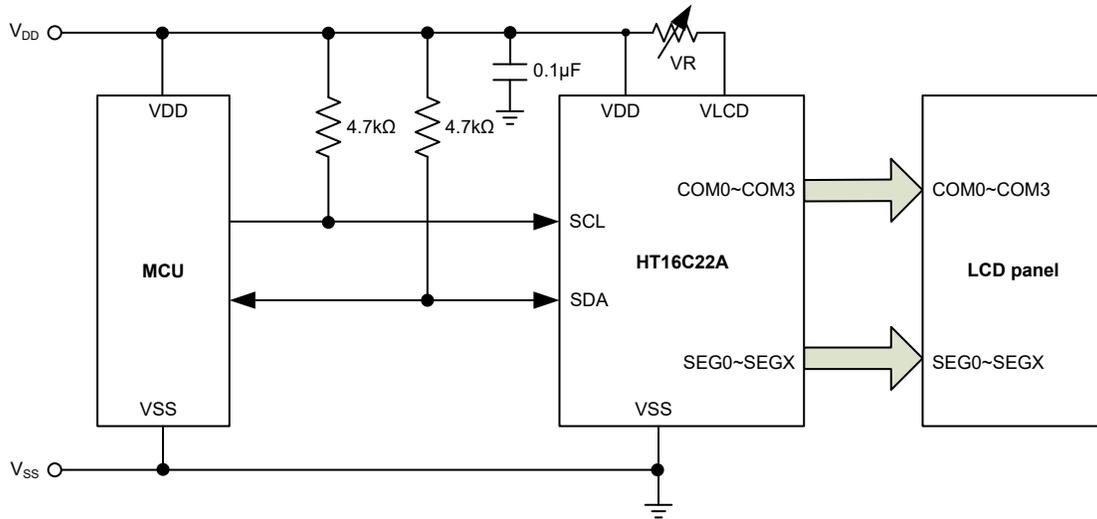
- 使能内部电压调整功能。
- 偏置电压由内部调整电压提供。



当 SEG/VLCD 引脚被设置为 VLCD 引脚

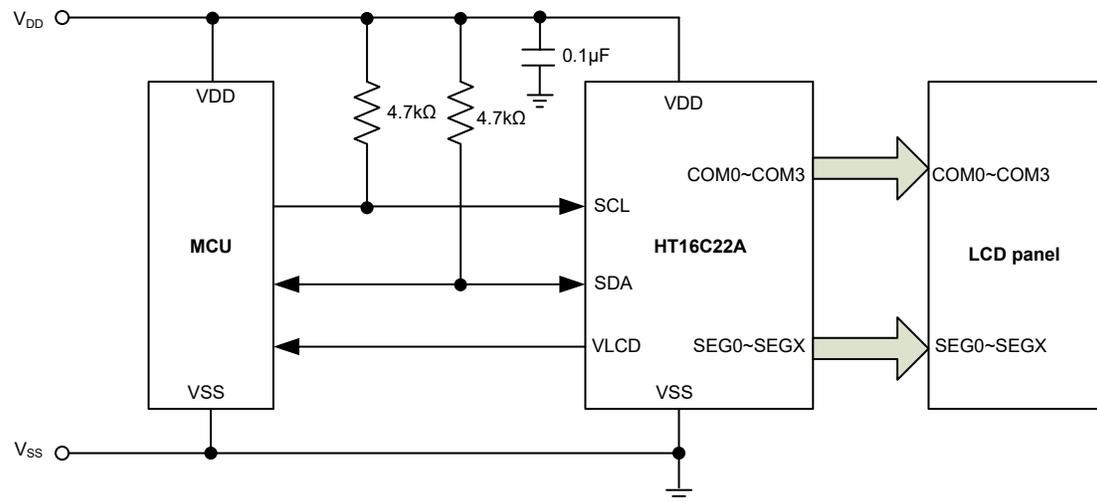
(1)

- 除能内部电压调整功能。
- VLCD 和 VDD 引脚之间必须外接电阻来决定偏置电压大小。



(2)

- 使能内部电压调整功能。
- 外接 MCU 可检测 VLCD 引脚电压。

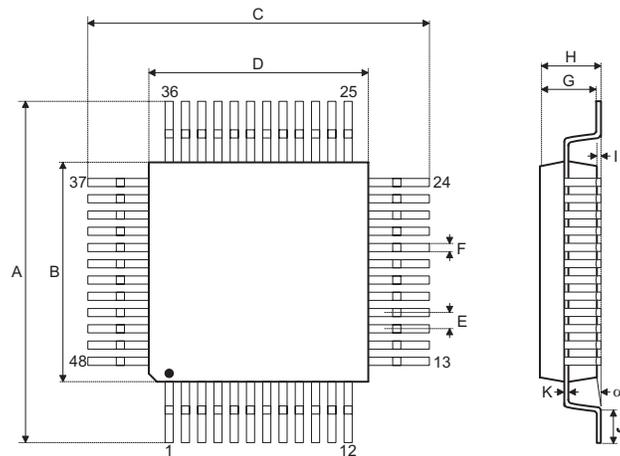


## 封装信息

请注意，这里提供的封装信息仅作为参考。由于这个信息经常更新，提醒用户咨询 [Holtek 网站](#) 以获取最新版本的 [封装信息](#)。

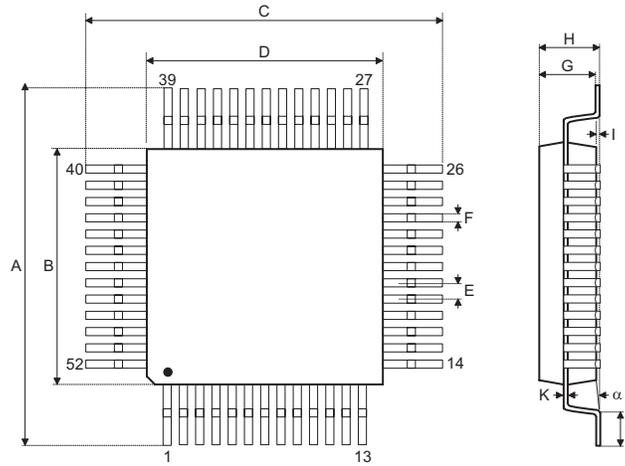
封装信息的相关内容如下所示，点击可链接至 Holtek 网站相关信息页面。

- 封装信息（包括外形尺寸、包装带和卷轴规格）
- 封装材料信息
- 纸箱信息

**48-pin LQFP (7mm × 7mm) 外形尺寸**


符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小	正常	最大
A	—	0.354 BSC	—
B	—	0.276 BSC	—
C	—	0.354 BSC	—
D	—	0.276 BSC	—
E	—	0.020 BSC	—
F	0.007	0.009	0.011
G	0.053	0.055	0.057
H	—	—	0.063
I	0.002	—	0.006
J	0.018	0.024	0.030
K	0.004	—	0.008
$\alpha$	0°	—	7°

符号	尺寸 (单位: mm)		
	最小	正常	最大
A	—	9.00 BSC	—
B	—	7.00 BSC	—
C	—	9.00 BSC	—
D	—	7.00 BSC	—
E	—	0.50 BSC	—
F	0.17	0.22	0.27
G	1.35	1.40	1.45
H	—	—	1.60
I	0.05	—	0.15
J	0.45	0.60	0.75
K	0.09	—	0.20
$\alpha$	0°	—	7°

**52-pin LQFP (14mm × 14mm) 外形尺寸**


符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小	正常	最大
A	0.622	0.630	0.638
B	0.547	0.551	0.555
C	0.622	0.630	0.638
D	0.547	0.551	0.555
E	—	0.039 BSC	—
F	0.015	—	0.019
G	0.053	0.055	0.057
H	—	—	0.063
I	0.002	—	0.008
J	0.018	—	0.030
K	0.005	—	0.007
α	0°	—	7°

符号	尺寸 (单位: mm)		
	最小	正常	最大
A	15.80	16.00	16.20
B	13.90	14.00	14.10
C	15.80	16.00	16.20
D	13.90	14.00	14.10
E	—	1.00 BSC	—
F	0.39	—	0.48
G	1.35	1.40	1.45
H	—	—	1.60
I	0.05	—	0.20
J	0.45	—	0.75
K	0.13	—	0.18
α	0°	—	7°

Copyright© 2021 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而 **Holtek** 对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，**Holtek** 不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。**Holtek** 产品不授权使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。**Holtek** 拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 <http://www.holtek.com/zh/>.