



# AiP1648

## 两线串口共阴极 10 段 7 位或 13 段 4 位带 触摸按键的 LED 驱动控制专用电路

### 产品说明书

说明书发行履历:

版本	发行时间	新制/修订内容
2025-12-A0	2025-12	新制
2026-01-A1	2026-01	参数修正



## 目 录

1、概述.....	4
2、引脚排列图及引脚说明.....	5
2.1、引脚排列图.....	5
2.2、引脚说明.....	6
3、电特性.....	7
3.1、极限参数.....	7
3.2、推荐使用条件.....	7
3.3、电气特性.....	7
3.3.1、直流参数.....	7
3.3.2、交流参数.....	8
4、通讯方式说明.....	8
4.1、通信时序.....	8
4.2、数据格式.....	9
5、功能介绍.....	9
5.1、寄存器说明.....	9
5.1.1、显示模式设置.....	10
5.1.2、数据读写及地址增加模式设置.....	10
5.1.3、显示内容设置.....	11
5.1.4、显示开关及亮度设置.....	11
5.1.5、蜂鸣器响声时间设置.....	12
5.1.6、读触摸按键寄存器.....	12
5.2、触摸配置寄存器.....	13
5.2.1、触摸通道配置寄存器（地址 0x48）.....	14
5.2.2、触摸阈值配置寄存器（地址 0x49~0x58）.....	14
5.2.3、消抖次数配置寄存器（地址 0x59）.....	14
5.2.4、噪声值配置寄存器（地址 0x5A）.....	14
5.3、最长按键持续时间说明.....	14
5.4、AiP1648 驱动数码管显示.....	15
5.5、程序设计流程图.....	16
5.5.1、显示模块流程图.....	16



---

5.5.2、按键模块流程图 .....	17
<b>6、典型应用线路图.....</b>	<b>18</b>
<b>7、封装尺寸与外形图.....</b>	<b>19</b>
7.1、SOP32 外形图与封装尺寸 .....	19
7.2、LQFP32 外形图与封装尺寸 .....	20
<b>8、声明及注意事项.....</b>	<b>21</b>
8.1、产品中有毒有害物质或元素的名称及含量 .....	21
8.2、注意.....	21



## 1、概述

AiP1648 是一款共阴极 10 段 7 位或 13 段 4 位具有 8 个触摸按键扫描功能的 LED 驱动控制电路，采用 IIC 通讯方式，具有八级辉度可调，广泛适用于各种 LED 面板和触摸按键场合。

其主要特点如下：

- 内置驱动有源蜂鸣器控制程序
- 内置显示 RAM
- 多种显示模式、辉度软件可调
- 触摸灵敏度可调
- 最长按键输出时间检测
- 支持多按键检测
- 封装形式：SOP32、LQPF32

### 应用领域：

LED 显示面板和触摸按键场合，例如炸锅，微波炉，电磁炉，热水器，风扇等家电产品。





## 2.2、引脚说明

引脚	符号	I/O	功能
1	GRID6/SEG13	O	段/位复用输出, 只能选段或位输出
2	GRID5/SEG14	O	段/位复用输出, 只能选段或位输出
3	GRID4	O	位输出, N 管开漏输出
4	GRID3	O	位输出, N 管开漏输出
5	GND	—	地
6	GRID2	O	位输出, N 管开漏输出
7	GRID1	O	位输出, N 管开漏输出
8	KEY4	I	触摸按键输入
9	KEY3	I	触摸按键输入
10	KEY2	I	触摸按键输入
11	KEY1	I	触摸按键输入
12	KEY5	I	触摸按键输入
13	KEY6	I	触摸按键输入
14	KEY7	I	触摸按键输入
15	KEY8	I	触摸按键输入
16	GND	—	地
17	VDD	—	电源
18	BZ	O	有源蜂鸣器驱动
19	SCL	I	I2C 通讯时钟输入
20	SDA	I/O	I2C 通讯数据输入/输出
21	VCC	—	电源
22	SEG1	O	段输出, P 管开漏输出
23	SEG2	O	段输出, P 管开漏输出
24	SEG3	O	段输出, P 管开漏输出
25	SEG4	O	段输出, P 管开漏输出
26	SEG5	O	段输出, P 管开漏输出
27	SEG6	O	段输出, P 管开漏输出
28	SEG7	O	段输出, P 管开漏输出
29	SEG8	O	段输出, P 管开漏输出
30	SEG9	O	段输出, P 管开漏输出
31	SEG10	O	段输出, P 管开漏输出
32	GRID6/SEG13	O	段/位复用输出, 只能选段或位输出



### 3、电特性

#### 3.1、极限参数

(除非有特殊说明, 否则  $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ ,  $GND=0\text{V}$ )

参数名称	符号	条件	额定值	单位	
电源电压	VDD	—	-0.5~+6.0	V	
逻辑输入电压	VIN	—	-0.5~VDD+0.5	V	
输出高电平驱动 (SEG)	IO1	—	-50	mA	
输出低电平驱动 (GRID)	IO2	—	+150	mA	
工作环境温度	T <sub>amb</sub>	—	-40~+105	°C	
贮存温度	T <sub>stg</sub>	—	-65~+150	°C	
焊接温度	T <sub>L</sub>	10 秒	SOP32	250	°C
			LQFP32	260	°C
静电放电	ESD	HBM	2000	V	

#### 3.2、推荐使用条件

参数名称	符号	最小	典型	最大	单位
逻辑电源电压	VDD	3	5	5.5	V
输入高电平电压	V <sub>IH</sub>	0.7VDD	—	VDD	V
输入低电平电压	V <sub>IL</sub>	0	—	0.3VDD	V

#### 3.3、电气特性

##### 3.3.1、直流参数

(除非有特殊说明, 否则  $VDD=5\text{V}$ ,  $GND=0\text{V}$ )

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
输出高电平驱动	IOH1	V <sub>O</sub> =VDD-2V, SEGn	—	-25	—	mA
	IOH2	V <sub>O</sub> =VDD-3V, SEGn	—	-30	—	mA
	IOH3	V <sub>O</sub> =0.9VDD, SDA	—	-4	-8	mA
输出低电平驱动	IOL1	V <sub>O</sub> =0.3V, GRIDn	—	100	—	mA
	IOL2	V <sub>O</sub> =0.1VDD, SDA	—	38	76	mA
高电平输出电流容许量	ITOLSG	V <sub>O</sub> =VDD-3V, SEGn	—	—	5	%
输入漏电流	I <sub>I</sub>	V <sub>IN</sub> =VDD, SDA	—	—	±1	uA
		V <sub>IN</sub> =GND, SDA	—	—	±1	



### 3.3.2、交流参数

(除非有特殊说明, 否则 VDD=4.5~5.5V, GND=0V)

参数名称	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位	
上升时间	$t_{TZH1}$	$C_L=300pF$	SEGN	—	—	2	us
	$t_{TZH}$		GRIDn	—	—	0.5	us
下降时间	$t_{THZ}$	$C_L=300pF$ , SEGN、GRIDn	—	—	120	us	



## 4、通讯方式说明

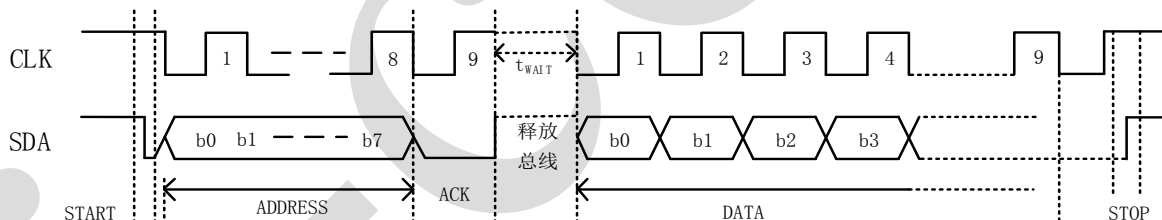
AiP1648 提供了从机 I2C 通信接口 (Slave), 支持与标准 I2C 匹配的总线协议。AiP1648 的通信地址为 0xA0。主控可以读取触摸按键状态信息, 也可以写入驱动数码管显示的数据和驱动蜂鸣器的数据。I2C 的速率最高支持 20KHz。

读取按键信息后, 至少间隔 10ms 以上, 才能再次读取按键信息。

写入显示数据至少间隔 4ms, 写入其他数据后至少间隔 2ms, 才能再次写入数据到 AiP1648 中。

### 4.1、通信时序

AiP1648 的通信时序图如下。

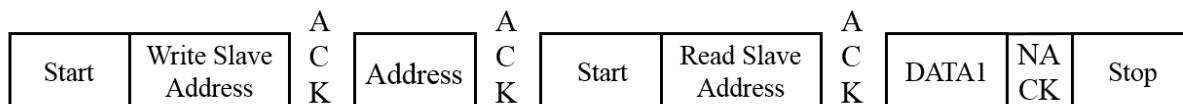


注: 读取数据时, 从串行时钟 CLK 的第 9 个上升沿开始设置指令到 CLK 下降沿读数据之间需要一个等待时间  $t_{WAIT}$  (最小 1us)。



## 4.2、数据格式

AiP1648 支持单个数据读出。Write Slave Address 为 0xA0，Read Slave Address 为 0xA1，Address 为所读取的寄存器地址，DATA1 即为读取的数据。读出一个数据格式为：



主机对 AiP1648 写入数据，支持单个数据写入或多个数据连续写入。写入多个数据的格式为：



为了减少由于接收错误时钟源而产生的 I2C 锁定问题，AiP1648 提供了超时功能。在约 63ms 内如果 I2C 总线未接收到时钟源，则 I2C 电路和寄存器将会复位。

超时计数器在 I2C 总线接收到“START”信号和“地址匹配”条件时，超时计数器开始计数，并在 SCL 下降沿处清零。在下一个 SCL 下降沿来临之前，如果等待时间大于 I2CTOC 寄存器设定的超时时间，则会发生超时现象。当 I2C “STOP”条件发生时，超时计数器将停止计数。

IIC 超时可能会导致转发的数据出现异常，故使用时需避免出现 IIC 超时的现象产生。

## 5、功能介绍

### 5.1、寄存器说明

外部 MCU 通过 I2C 访问寄存器，可以读取触摸按键状态信息、写入显示命令和数据、驱动蜂鸣器发出声音、进入和唤醒休眠模式。AiP1648 寄存器功能说明：

序号	AiP1648 寄存器地址	R/W	初始值	功能说明
1	0xBD	W	0x00	显示模式设置
2	0xBE	W	0x40	数据读写及地址增加模式设置
3~16	0xC0~0xCD	W	0x00	显示内容设置
4	0xBF	W	0x00	显示开关及亮度设置
19	0xCE	W	0x00	蜂鸣器响声时间设置
20	0xCF	W	0x00	休眠模式设置
21	0xF0	R	0x00	读触摸按键寄存器
22	0xF1	W	0x00	触摸配置寄存器

(注：W 为寄存器可写入，R 为寄存器可读取)



### 5.1.1、显示模式设置

AiP1648 中的寄存器 0xBD 用来设置段和位的个数(4 位 13 段~7 位 10 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。在上电时，默认显示模式为 4 位 13 段。如果无需改变位段模式，则此寄存器无需写入。

MSB				LSB		显示模式		
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
0	0	无关项，写 0				0	0	4 位 13 段
0	0					0	1	5 位 12 段
0	0					1	0	6 位 11 段
0	0					1	1	7 位 10 段

### 5.1.2、数据读写及地址增加模式设置

AiP1648 中的寄存器 0xBE 用来设置数据的读写和地址增加模式，B1 和 B0 位不允许设置 01 或 11。因显示数据的存储采用了地址自加模式，必须设置为 0x40。AiP1648 在初始化时已设置为 0x40，故无需再次写入。

MSB				LSB				功能	说明		
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0				
0	1	无关项， 写 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



### 5.1.3、显示内容设置

AiP1648 中的寄存器 0xC0~0xCD 用来设置起始显示地址和显示内容数据。有效地址最多为 14 位 (C0H-CDH)。例如发送 0xC0 和 14 字节的显示内容, 则显示地址 C0~CD 显示内容依此为 14 字节的数据。

MSB				LSB				显示地址
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
1	1	无关项, 写 0		0	0	0	0	C0H
1	1			0	0	0	1	C1H
1	1			0	0	1	0	C2H
1	1			0	0	1	1	C3H
1	1			0	1	0	0	C4H
1	1			0	1	0	1	C5H
1	1			0	1	1	0	C6H
1	1			0	1	1	1	C7H
1	1			1	0	0	0	C8H
1	1			1	0	0	1	C9H
1	1			1	0	1	0	CAH
1	1			1	0	1	1	CBH
1	1			1	1	0	0	CCH
1	1			1	1	1	0	1

### 5.1.4、显示开关及亮度设置

AiP1648 中的寄存器 0xBF, 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。

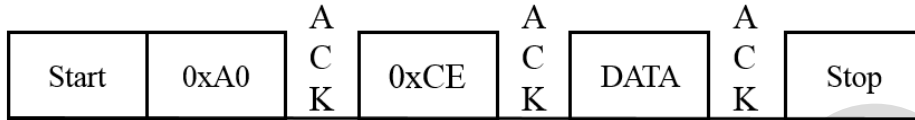
MSB				LSB				功能	说明
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0		
1	0	无关项, 写 0		—	0	0	0	显示亮度设置	设置脉冲宽度为 1/16
1	0			—	0	0	1		设置脉冲宽度为 2/16
1	0			—	0	1	0		设置脉冲宽度为 4/16
1	0			—	0	1	1		设置脉冲宽度为 10/16
1	0			—	1	0	0		设置脉冲宽度为 11/16
1	0			—	1	0	1		设置脉冲宽度为 12/16
1	0			—	1	1	0		设置脉冲宽度为 13/16
1	0			—	1	1	1		设置脉冲宽度为 14/16
1	0			0	—	—	—	显示开关设置	显示关
1	0			1	—	—	—		显示开



### 5.1.5、蜂鸣器响声时间设置

AiP1648 中的寄存器 0xCE，用来设置有源蜂鸣器的驱动时间。AiP1648 内置有源蜂鸣器驱动控制程序。外部 MCU 通过对寄存器 0xCE 写入数据可打开蜂鸣器。蜂鸣器的驱动时间有 255 级调节，通过改变 DATA 值实现级数调节（写入数值范围：0x00-0xFF）。每级蜂鸣时间为 40ms。

IIC 通信格式示意如下：



### 5.1.6、读触摸按键寄存器

AiP1648 中的寄存器 0xF0，用来用作 IIC 读取按键触摸数据的寄存器。Bit7~Bit0 用于指示相应的触摸按键 Key8~Key1 是否被触摸。触摸按键支持多通道检测，最多可同时检测 8 个通道。（注：若所读寄存器不为 0xF0，则返回值为 0xFF。）

读取格式如下：



如果 8 个触摸按键全开，当按下 KEY1，返回键值为 0x01，按下 KEY2，返回键值为 0x02，依次类推：

- Bit0: KEY1 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit1: KEY2 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit2: KEY3 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit3: KEY4 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit4: KEY5 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit5: KEY6 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit6: KEY7 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit7: KEY8 状态（1=触摸，0=未触摸）

如果只开部分触摸按键，则 KEY1~KEY8 中，第一个启用的触摸按键返回键值为 0x01，第二个为 0x02，依此类推：

（例如只开启 KEY3、KEY4、KEY7 时）

- Bit0: KEY3 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit1: KEY4 状态（1=触摸，0=未触摸）
- Bit2: KEY7 状态（1=触摸，0=未触摸）



## 5.2、触摸配置寄存器

芯片上电后，外部芯片需对 AiP1648 配置触摸参数，触摸配置参数包括配置触摸通道、触摸阈值、消抖次数和噪声值。

在配置触摸参数时，格式如下：



DATA1~n 为触摸通道启用配置(1byte)+KEY1 触摸阈值+.....+KEY8 触摸阈值(每个通道占 2byte, 共 16byte) +消抖次数 (1byte) +噪声值 (1byte)。触摸按键的参数只能做统一设置，每次设置都需按格式发送完整的初始化指令。

例如：发送 “55 + 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 + 05 + 1E”

**55**：KEY1、KEY3、KEY5、KEY7打开

**96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00 96 00**



**05**：消抖次数设置为5

**1E**：噪声值设置为30

名称	地址	描述
FingerChannel	0x48	触摸通道配置寄存器
FingerThreshold1L	0x49	KEY1 触摸阈值配置寄存器低 8 位
FingerThreshold1H	0x4A	KEY1 触摸阈值配置寄存器高 8 位
.....	.....	.....
FingerThreshold8L	0x57	KEY8 触摸阈值配置寄存器低 8 位
FingerThreshold8H	0x58	KEY8 触摸阈值配置寄存器高 8 位
ConfirmFilterCount	0x59	消抖次数配置寄存器
tk_noisenum	0x5A	噪声值配置寄存器

**5.2.1、触摸通道配置寄存器（地址 0x48）**

每个触摸脚的启用配置占用一个 bit。

Bit	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Name	KEY8	KEY7	KEY6	KEY5	KEY4	KEY3	KEY2	KEY1
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

KEY<sub>n</sub>(n=1/2/3/4/5/6/7/8) = 0

配置相应 KEY 通道关闭

KEY<sub>n</sub>(n=1/2/3/4/5/6/7/8) = 1

配置相应 KEY 通道打开

**5.2.2、触摸阈值配置寄存器（地址 0x49~0x58）**

每个脚的触摸阈值占用两个 byte。触摸阈值的设置只对启用的触摸脚有效；如果想提高触摸灵敏度，需要降低按键阈值；反之降低触摸灵敏度需要增加触摸阈值的值。

Bit	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Name	FingerThresholdnL							
R/W	W							

Bit	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Name	FingerThresholdnH							
R/W	W							

**5.2.3、消抖次数配置寄存器（地址 0x59）**

Bit	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Name	ConfirmFilterCount							
R/W	W							

**5.2.4、噪声值配置寄存器（地址 0x5A）**

如果想提高触摸灵敏度，需要提高噪声值；反之降低触摸灵敏度需要减小噪声值。

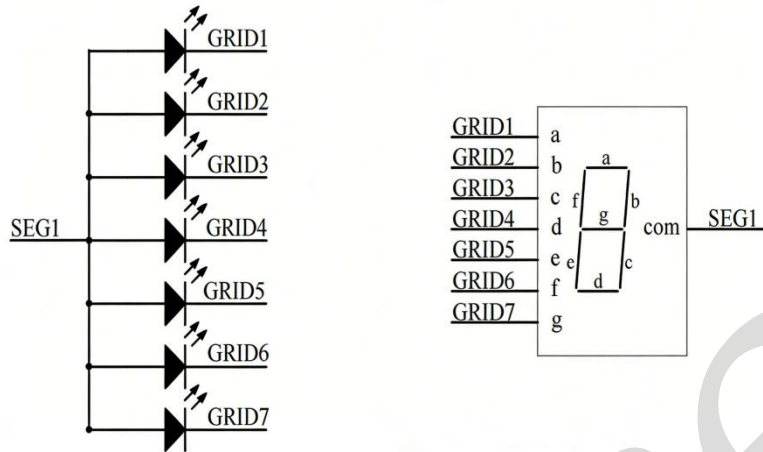
Bit	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Name	tk_noisenum							
R/W	W							

**5.3、最长按键持续时间说明**

为尽量减少如不小心碰触到感应电极等此类的无意按键检测，芯片内部设置了最长按键持续时间功能。当某个触摸按键按下时，内部定时器开始计时，一旦按键按下的时间过长，超过大约 20s 后，触摸芯片会忽略该被触摸键的状态，重新校准来获取新的基准值，同时输出状态重置为初始状态，即键值数据返回 0。



5.4、AiP1648 驱动数码管显示



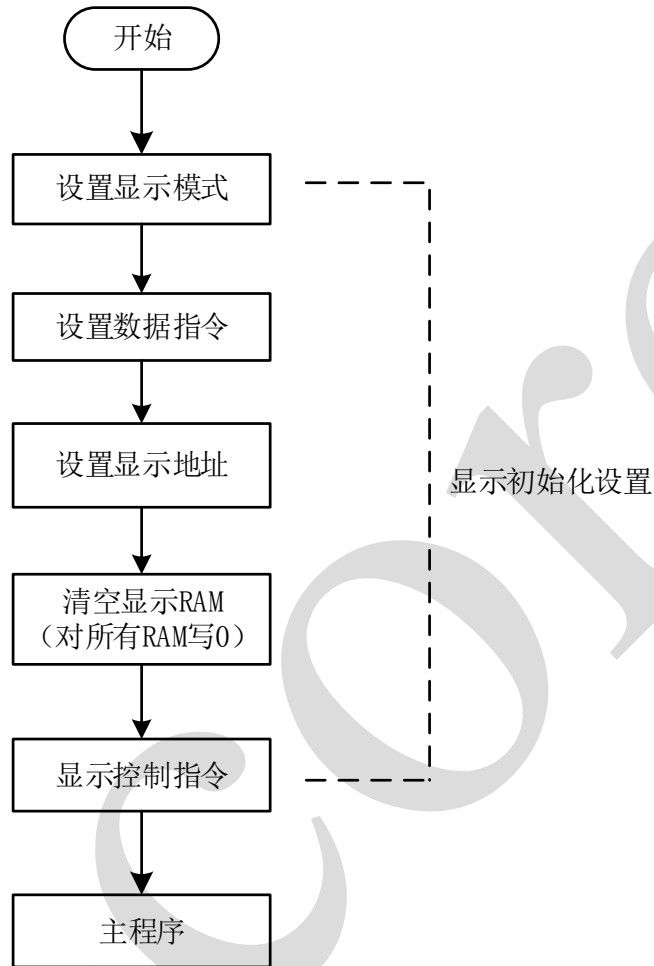
AiP1648 驱动共阳极数码管时，如果让该数码管显示“0”，要向地址单元 C0H (GRID1)、C2H (GRID2)、C4H (GRID3)、C6H (GRID4)、C8H (GRID5)、CAH (GRID6) 里面分别写数据 01H，其余的地址 CCH (GRID7) 单元全部写数据 00H。每一个 SEG1-SEG8 对应的数据如下表格。

SEG8	SEG7	SEG6	SEG5	SEG4	SEG3	SEG2	SEG1	
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID1(C0H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID2(C2H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID3(C4H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID4(C6H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID5(C8H)
0	0	0	0	0	0	0	1	GRID6(CAH)
0	0	0	0	0	0	0	0	GRID7(CCH)
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	



## 5.5、程序设计流程图

### 5.5.1、显示模块流程图

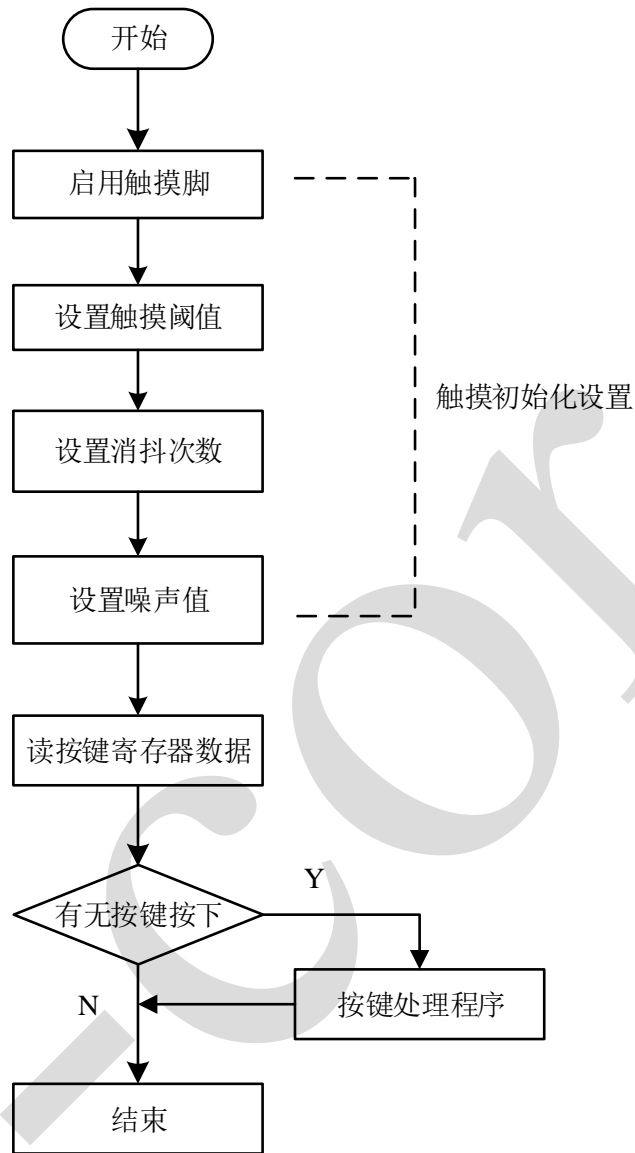


注：

- 1、显示模式设置用来选择驱动显示屏的段位数，需根据用户实际的硬件连接来选择，一般只在初始化部分设置。
- 2、数据指令用来选择是对 RAM 区写显示数据（分为固定地址和地址自加两种）还是读取按键键值。
- 3、IC 在上电时显示 RAM 内容不固定，为了防止用户先开显示时出现乱显。建议先对 RAM 进行清空后再开启显示。

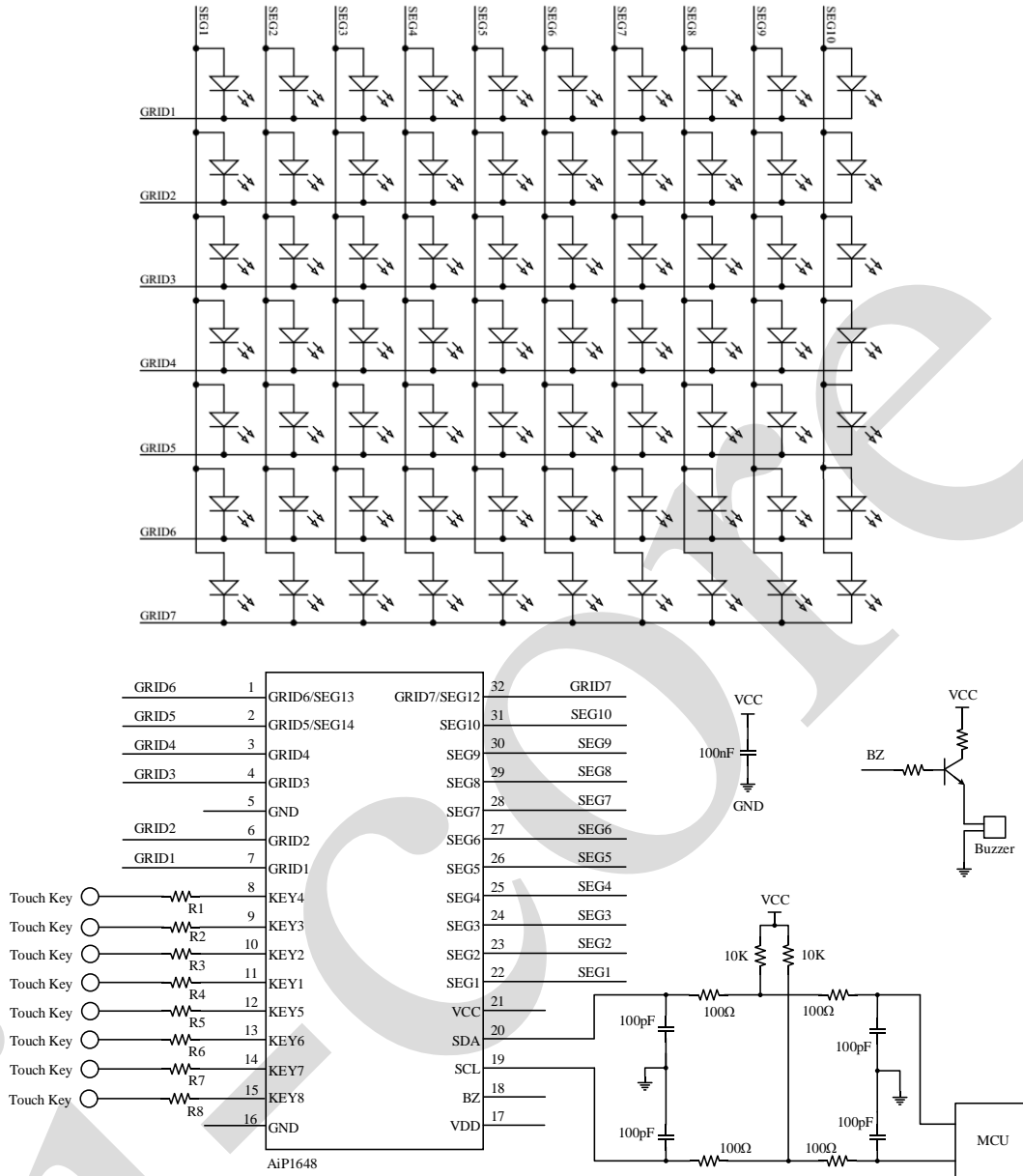


5.5.2、按键模块流程图





6、典型应用线路图



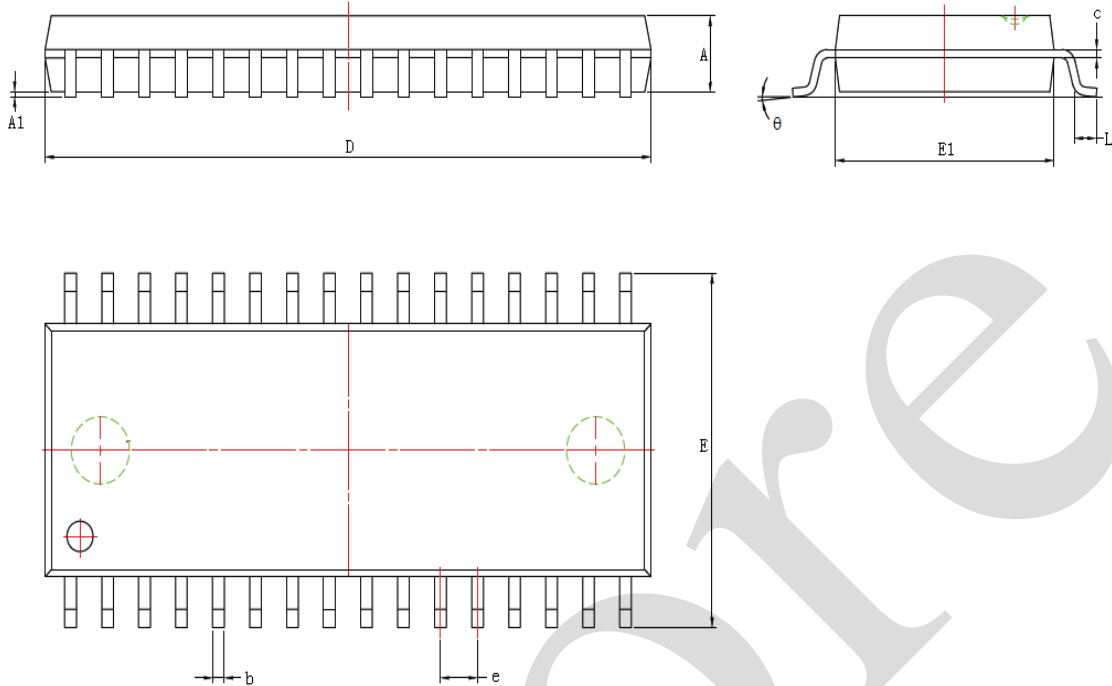
注:

- 1、VDD 与 GND 之间的滤波电容应靠近 AiP1648，以加强滤波效果。
- 2、AiP1648 与 MCU 之间的滤波电容应分别靠近 AiP1648 与 MCU，以加强滤波效果。
- 4、R1~R8 的阻值应为 10K。



## 7、封装尺寸与外形图

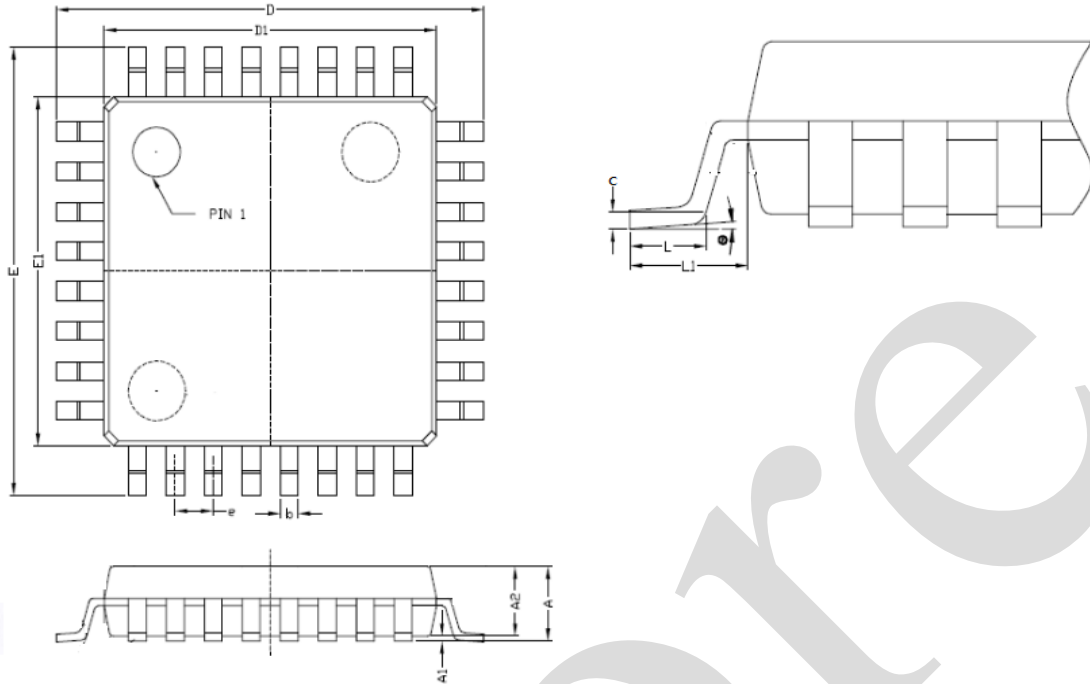
### 7.1、SOP32 外形图与封装尺寸



2023/12/A Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min.	Max.
A	2.24	2.59
A1	0.05	0.25
E	10.20	10.60
E1	7.40	7.62
D	20.68	21.08
L	0.55	0.95
e	1.27	
b	0.30	0.50
c	0.25	
θ	0°	8°



7.2、LQFP32 外形图与封装尺寸



2023/12/A Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max
A	—	1.60
A1	0.05	0.15
A2	1.35	1.45
b	0.32	0.43
c	0.13	0.18
D	8.80	9.20
D1	6.90	7.10
E	8.80	9.20
E1	6.90	7.10
e	0.80	
L	0.45	0.75
L1	1.00	
θ	0°	7°



## 8、声明及注意事项

### 8.1、产品中有毒有害物质或元素的名称及含量

部件名称	有毒有害物质或元素									
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr (VI))	多溴联苯 (PBBs)	多溴联苯醚 (PBD Es)	邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)
引线框	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
塑封树脂	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
芯片	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
内引线	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
装片胶	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
说明	○：表示该有毒有害物质或元素的含量在 SJ/T11363-2006 标准的检出限以下。 ×：表示该有毒有害物质或元素的含量超出 SJ/T11363-2006 标准的限量要求。									

### 8.2、注意

在使用本产品之前建议仔细阅读本资料；

本资料仅供参考，本公司不作任何明示或暗示的保证，包括但不限于适用性、特殊应用或不侵犯第三方权利等。

本产品不适用于生命救援、生命维持或安全等关键设备，也不适用于因产品故障或失效可能导致人身伤害、死亡或严重财产或环境损害的应用。客户若针对此类应用应自行承担风险，本公司不负任何赔偿责任。

客户负责对使用本公司的应用进行所有必要的测试，以避免在应用或客户的第三方客户的应用中出现故障。本公司不承担这方面的任何责任。

本公司保留随时对本资料所发布信息进行更改或改进的权利，本资料中的信息如有变化，恕不另行通知，建议采购前咨询我司销售人员。

请从本公司的正规渠道获取资料，如果由本公司以外的来源提供，则本公司不对其内容负责。