

HM228

16 键/8 键触摸检测 IC

版本	更新时间	更新说明	描述
V1.3	2014-02-24	修改 VREG 最大值	16 键/8 键触摸检测 IC

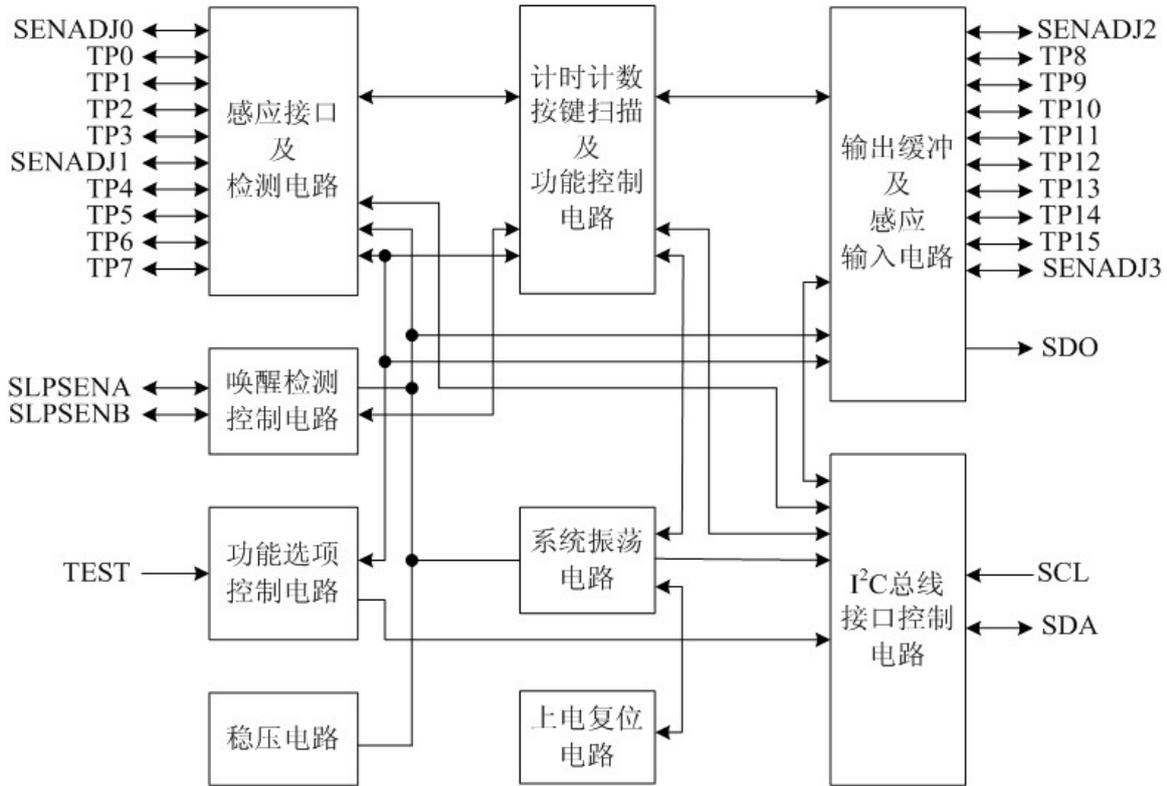
一. 概述

HM228 触摸检测 IC 是一款使用电容感应式原理设计的触摸芯片。此芯片内建稳压电路供触摸传感器使用，稳定的触摸效果可以应用在各种不同应用上，人体触摸面板可以通过非导电性绝缘材料连接，主要应用是以取代机械开关或按钮，此芯片可以独立支持 8 个触摸键或 16 个触摸键。

二. 特点

- ◆ 工作电压：2.5V~5.5V(启用内部稳压电路)
2.0V~5.5V(禁用内部稳压电路)
- ◆ 内建稳压电路功能
- ◆ 待机电流
3V 电压，低速采样率 8Hz 的睡眠模式下：
=> 16 键模式下典型值 5.0uA
=> 8 键模式下典型值 4.5uA
- ◆ 提供外部选项选择 8 键或 16 键模式
- ◆ 提供 8 个直接输出独立端口，仅限于 8 键直接输出模式下
- ◆ 具有 I²C 通讯输出方式，可应用在 16 键/8 键模式中
HM228 从机设备标示符和地址 => [1010 111R]
- ◆ 8 个直接输出端口可以选择不同输出类型(CMOS/OD/OC 具有高/低电平有效)
- ◆ 具有选项选择有效键最大输出时间大约为 80Sec
- ◆ 灵敏度可由外部电容(1~50pF)调节
- ◆ 上电后需要 0.5Sec 稳定时间
在此期间内请勿触摸按键面板，所有的功能触摸无效
- ◆ 自动校准
当所有按键在一段时间内没有被触摸到时，芯片系统重新校准时间约为 4.0Sec

三、功能模块图



四、封装及引脚描述

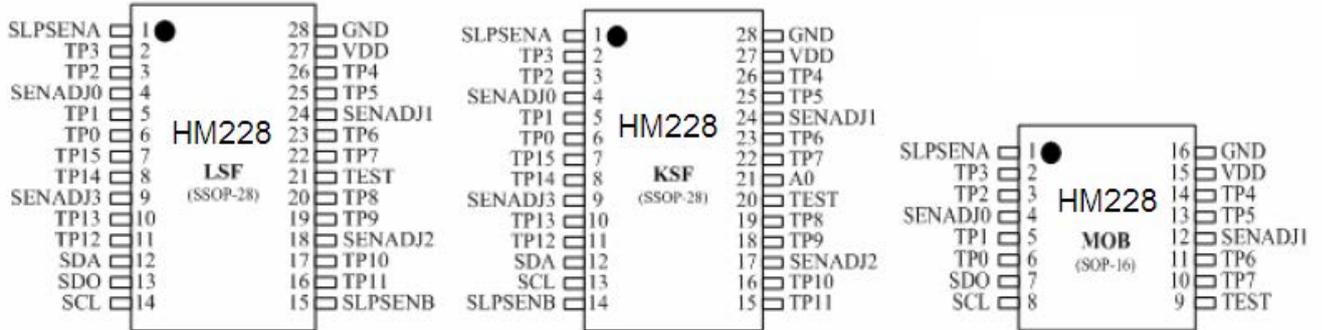


图 封装示意图

注：以上为三种不同封装脚位定义。其中，HM228-LSF 是 8 通道输入 8 IO 口输出/16 通道输入 IC 总线输出，且有中断信号 SDO 输出；HM228-KSF 是 8 通道输入 8 IO 口输出/16 通道输入 I²C 总线输出，且可同时在总线上挂载 2 颗 IC；HM228-MOB 是 8 通道输入 2 线串行(SPI)输出。

下表为裸片脚位功能描述:

序号	名称	共用	I/O 类型	功能描述
1	SLPSENA		I/O	A 组(TP0~7)睡眠模式的灵敏度调节引脚
2	TP3	SKMS1A	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-3); 按键有效功能选项-1 (单键/多键模式), 默认为全部单键模式
3	TP2	KYSEL	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-2); 按键通道数功能选项(8 键/16 键模式), 默认为 8 键模式
4	SENADJ0		I/O	TP0~3 灵敏度调节的共用引脚
5	TP1	SAHL	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-1); 输出电平类型功能选项(高/低电平有效), 默认 TPQ0~7 为高电平有效
6	TP0	OPDEN	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-0); 输出类型功能选项(CMOS/OD/OC 在 8 键模式下), 默认为 CMOS 输出
7	TP15	TPQ7	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-15), 8 键模式直接输出引脚(TPQ7)
8	TP14	TPQ6	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-14), 8 键模式直接输出引脚(TPQ6)
9	SENADJ3		I/O	TP12~15 灵敏度调节的共用引脚
10	TP13	TPQ5	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-13), 8 键模式直接输出引脚(TPQ5)
11	TP12	TPQ4	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-12), 8 键模式直接输出引脚(TPQ4)
12	SDA		I/OD	I ² C 总线接口的数据引脚
13	SDO		O	有效数据信号输出, 其高低电平由 TP1 决定
14	SCL		I	I ² C 总线接口的时钟输入引脚
15	SLPSENB		I/O	B 组(TP8~15)睡眠模式的灵敏度调节引脚
16	TP11	TPQ3	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-11), 8 键模式直接输出引脚(TPQ3)
17	TP10	TPQ2	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-10), 8 键模式直接输出引脚(TPQ2)
18	SENADJ2		I/O	TP8~11 灵敏度调节的共用引脚
19	TP9	TPQ1	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-9), 8 键模式直接输出引脚(TPQ1)
20	TP8	TPQ0	I/O/OD	TOUCH 输入引脚(KEY-8), 8 键模式直接输出引脚(TPQ0)
21	TEST		I-PL	测试引脚
22	A2		I-PH	A2~0 是选择 I ² C 总线设备地址的输入端口
23	A1		I-PH	A2~0 是选择 I ² C 总线设备地址的输入端口
24	A0		I-PH	A2~0 是选择 I ² C 总线设备地址的输入端口
25	SLSERT		I-PH	串行输出类型的选择端口, 默认 2-线串行传输
26	TP7	SKSRT	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-7); 最大开启时间功能选项(无穷大/80Sec), 默认为无穷大
27	TP6	SLWPTM	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-6); 睡眠模式采样长度功能选项(4.0mS/2.0mS), 默认为 4.0mS
28	SENADJ1		I/O	TP4~7 灵敏度调节的共用引脚
29	TP5	WPSCT	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-5); 睡眠模式采样率功能选项(8Hz/64Hz), 默认为 8Hz

30	TP4	SKMS0	I/O	TOUCH 输入引脚(KEY-4); 按键有效功能选项-0 (单键/多建模式), 默认为单键模式
31	VDD		P	电源正极
32	VREG		P	内部稳压电路输出端口
34	ENSLP		I-PH	睡眠模式启用/禁用功能选项, 默认为启用
34	GND		P	电源负极, 地
35	REGEN		I-PH	内部稳压电路启用/禁用功能选项, 默认为启用

注: 引脚类型

I => CMOS 输入

I-PH => 带上拉电阻的 CMOS 输入

I-PL => 带下拉电阻的 CMOS 输入

O => CMOS 输出

I/O => CMOS 输入/输出

P => 电源/地

OD => CMOS 漏极开路 (Open Drain) 输出;

(在 OD 输出下, TPQ0~TPQ7 引脚的开漏输出有二极管保护电路, 而 SDA 引脚没有)

五、功能描述

1. 灵敏度调节

PCB 板上感应焊盘尺寸大小及走线会直接影响灵敏度, 因此灵敏度调节需要根据实际应用的 PCB 应进行调节, HM228 提供一些外部调节灵敏度的方法。

1-1 改变感应焊盘尺寸大小

若其他条件固定不变, 使用一个较大的感应焊盘将会增大其灵敏度, 反之灵敏度将下降, 但是感应焊盘的尺寸大小也必须是在其有效范围值内。

1-2 改变面板厚度

若其他条件固定不变, 使用一个较薄的面板也会将灵敏度提高, 反之灵敏度则下降, 但是面板的厚度必须低于其最大值。

1-3 通过调节外接电容(参见图 9-1)

当其他条件固定时, 在可用范围($1\text{pF} \leq \text{CJ0} \sim \text{CJ3} \leq 50\text{pF}$, $1\text{pF} \leq \text{CJWA} \sim \text{CJWB} \leq 50\text{pF}$)内增大 CJ0~CJ3, CJWA 和 CJWB 的值将降低灵敏度。当不连接任何电容, 即在电容连接处处于悬空其灵敏度为最大。电容 CJ0~CJ3 用于调节工作模式下按键的灵敏度。电容 CJWA 和 CJWB 用于调节睡眠模式下唤醒灵敏度。至于各电容与各键其关系如表 5-1。

表 5-1 电容与各按键关系表

电容	可控制和调节的按键组合
CJ0	K0~K3 组
CJ1	K4~K7 组
CJ2	K8~K11 组
CJ3	K12~K15 组
CJWA	K0~K7 组
CJWB	K8~K15 组

注：当使用电容调节灵敏度时，建议先调节 CJ0~CJ3 的容值去调节 K0~K15 的灵敏度，然后再调节 CJWA 和 CJWB 的容值去调节唤醒灵敏度。

2. 输入按键数目选择

HM228 具有 8 键输入模式和 16 键输入模式。两者是通过 TP2(KYSEL)是否连接高阻值电阻到 GND 所决定。默认为 TP2(KYSEL)不连接电阻到 GND 选定为 8 键输入模式，16 键输入模式是连接高阻值电阻到 GND。

3. 输出模式

HM228 具有 8 端口直接输出模式和 I²C 总线输出模式。16 键输入模式下只能使用 I²C 总线输出方式。8 键输入模式下可使用两种输出方式，为 8 端口直接输出方式和 I²C 总线输出方式。8 端口直接输出方式只能应用在 8 键直接输出模式下。

3-1 在 8 端口直接输出模式下，HM228 具有两种输出类型，CMOS 类型输出和 OD(漏极开路)类型输出。这两者通过 TP0(OPDEN)选择。默认为 CMOS 类型，即 TP0(OPDEN)不连接高阻值电阻到 GND。当 TP0(OPDEN) 连接高阻值电阻到 GND 时，选择为 OD 类型输出。

3-2 当选用 8 端口直接 COMS 输出模式，输出有效电平可以通过 TP1(SAHL) 端口设置为高电平或低电平有效。默认 TP1(SAHL)端口不连接高阻值电阻到 GND，为高电平有效。当 TP1(SAHL) 端口连接高阻值电阻到 GND 时，为低电平有效。

3-3 在 8 端口直接 OD 输出模式下，可通过 TP1(SAHL)端口选择为 OD(漏极开路)或 OC(集极开路)输出方式。若 TP1(SAHL)端口连接高阻值电阻到 GND，即选为 OC 输出模式。若不连接高阻值电阻则选用默认的 OD 输出模式。OD 模式下其平常为悬浮状态，输出为低电平有效，OC 模式下其平常为悬浮状态，输出为高电平有效。

3-4 SPI (2-线串行) 通信

2-线串行输出通讯方式可由 SLSERT 端口是否悬空或连接到 VDD 选定。在此模式下, SDO 端口为数据输出端口, SCL 是时钟输入端口, 两者皆可由 TP1(SAHL)端口选择为高电平有效还是低电平有效。默认为 TP1(SAHL)端口不连接高阻值电阻到 GND 设置为低电平有效。若连接高阻值电阻到 GND, 则设置为高电平有效。

2-线串行输出方式它支持连续接受其它系统送给的数据, 也可以让其他设备等待HM228 通过 SDO 端口送出的数据信号(DV), 然后再送出时钟信号到HM228 的 SCL 端口并从 SDO 端口取得按键数据。HM228 的 2-线串行通讯方式对 SCL 端口设有时间的限制。如果 SCL 端口超过 2ms 信号没有变化, 系统将会自行回到待机模式。

2-线串行通讯方式时序如下图所示: (D0~D15 对应于 TP0~TP15 上数据)

1. 当 TP1=0, TP2=0: 设置为 16 键模式, 高电平有效

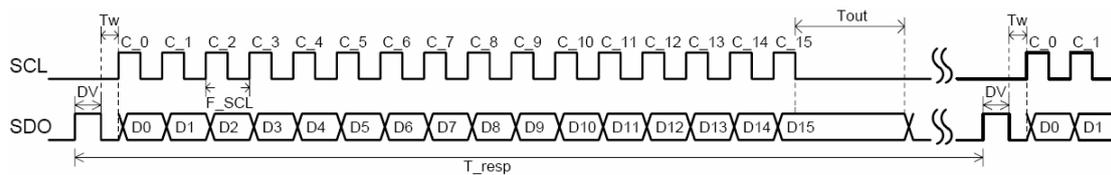


图 1.1 16 键输入, 高电平有效时序

2. 当 TP1=1, TP2=0: 设置为 16 键模式, 低电平有效

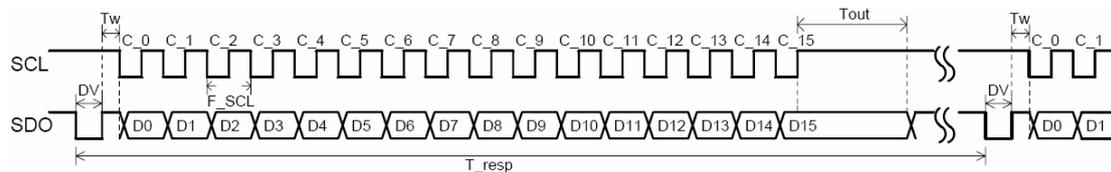


图 1.2 16 键输入, 低电平有效时序

3. 当 TP1=0, TP2=1: 设置为 8 键模式, 为高电平有效

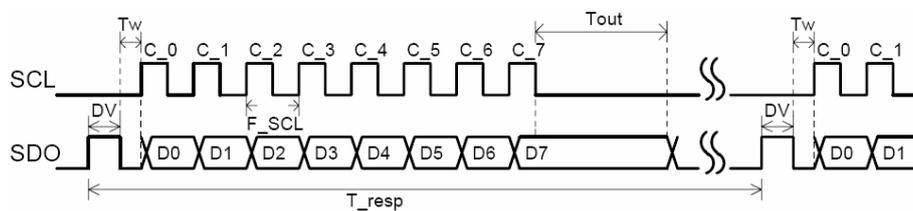


图 1.3 8 键输入, 高电平有效时序

4. 当 TP1=1, TP2=1: 设置为 8 键模式, 低电平有效

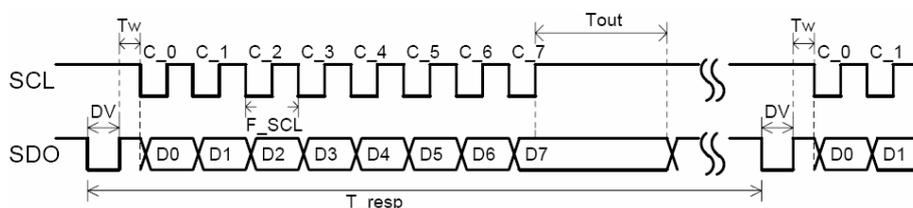


图 1.4 8 键输入，低电平有效时序

图 1.1~1.4 中参数:

参数	最小值	典型值	最大值	单位
DV	-	93	-	us
Tw	10	-	-	us
Tout	-	2	-	ms
T_resp(16 键)	-	32	-	ms
T_resp(8 键)	-	16	-	ms
F_SCL	-1K	-	512K-	Hz

3-5 I²C 总线输出模式

至于选 I²C 通讯方式，需要将 SLSERT 端口连接到 GND。此模式下 SDA 端口作为串行数据端口，SCL 作为串行时钟输入端口。SDA 和 SCL 端口必须通过外部电阻拉至高电平。

HM228 的 4 位鉴别码是“1010”，设备地址由 A0, A1 和 A2 端口的状态确定。这三个端口具有内部上拉电阻，可由外部设定为 0。HM228 的 8 位设备地址包含 4 位鉴别码，3 位地址选定和 R/W 位组成(参见表 2.1)。

由于 HM228 IC 使用 I2C 通讯协议方式输出触摸键(TP0~TP15 端口)的数据，因此 HM228 只接受读操作 R/W 位是“1”的数据”。如果为“0”，HM228 将不响应写操作。除此之外，HM228 的 I²C 通讯协议符合标准的 I²C 通讯协议。它支持最大 SCL 时钟频率为 400KHz 的快速模式。

I²C 通讯方式协议如下:

总线空闲状态: 当总线空闲时 SDA 和 SCL 保持在高电平。

起始条件: 开始条件是当 SCL=1 时，SDA 由 1 跳转到 0。(参见图 2.2)

终止条件: 停止条件是当 SCL=1 时，SDA 由 0 跳转到 1。(参见图 2.2)

数据有效条件: 开始条件成立后，SDA pin 上的电平在 SCL 为高电平期间内必须稳定。SDA pin 上的高低电平只有在 SCL 线上时钟信号为低电平时可以改变。(参见图 2.2)

回应(确认): 一个 ACK 信号表示成功完成数据传输。传输方（主设备或从设备）在传输八个二进制位后释放总线。在主设备发出的第九个时钟周期接收方将 SDA 线拉至低电平，以确认成功接收数据的八个二进制位。从设备没有成功接收到数据的八个二进制位时，将不会发送 ACK 信号。

在数据读取操作，从设备在传输完 8 位数据后释放 SDA 线，然后在第九个时钟周期监察 ACK 信

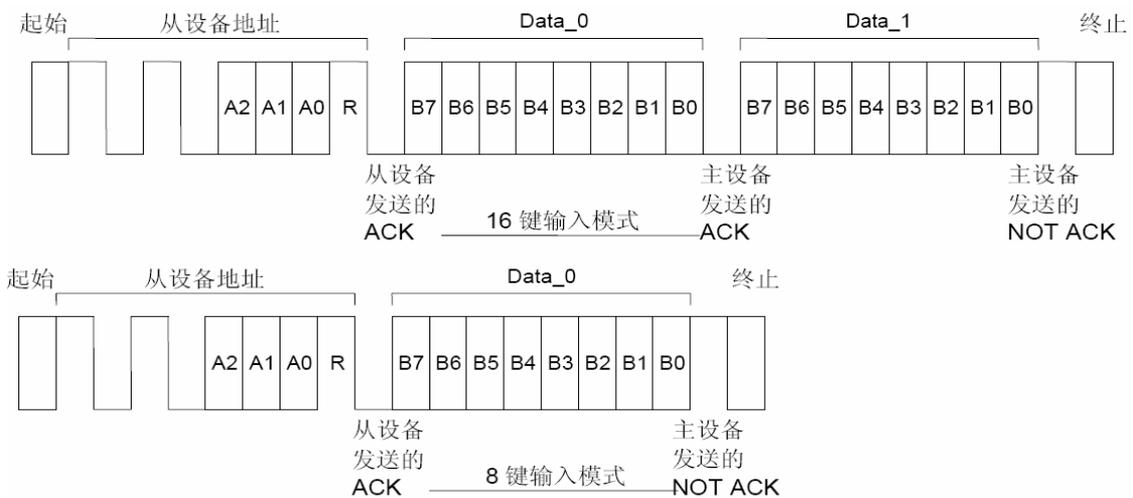
号。若检测到 ACK 信号，从设备将继续传送下一个数据。若没有检测到 ACK 信号，从设备中止数据传送，并在回到待机模式前等待主设备发起停止条件。

从设备地址： HM228 的鉴别码是“1010”。设备地址可由 A2, A1 和 A0 端口的状态设定。

读/写： 从设备地址的最后一位（第八位）定义将进行的操作类型。如果 R/W 位是“1”，将执行读操作，如果是“0”，则执行写操作。但HM228 只接受读操作，读数据操作的顺序参照图 2.1。

表 2.1 从设备寻址

设备	设备鉴别码				设备地址			R/W 位
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
HM228	1	0 1 0			A2	A1	A0	R



备注：Data_0: B7~B0 对应 TP0~TP7 闭合/断开状态，0 为按键断开，1 为按键闭合。

Data_1: B7~B0 对应 TP8~TP15 闭合/断开状态，0 为按键断开，1 为按键闭合。

图 2.1 读操作顺序

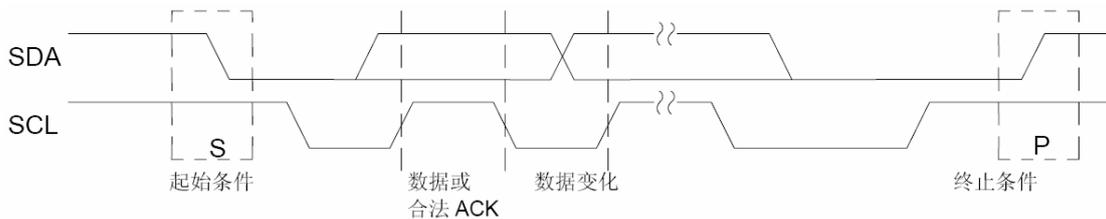


图 2.2 数据传输顺序

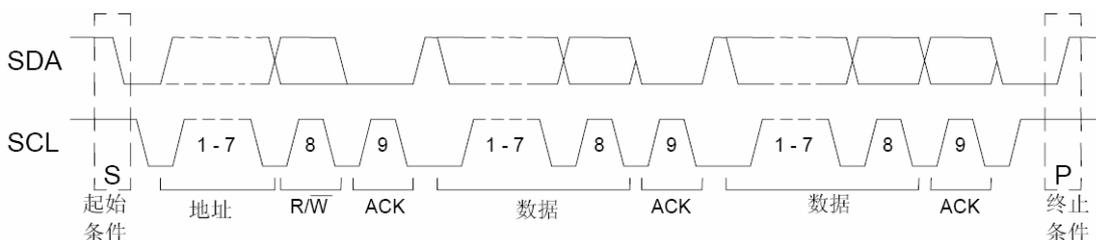


图 2.3 一次完整的数据传送

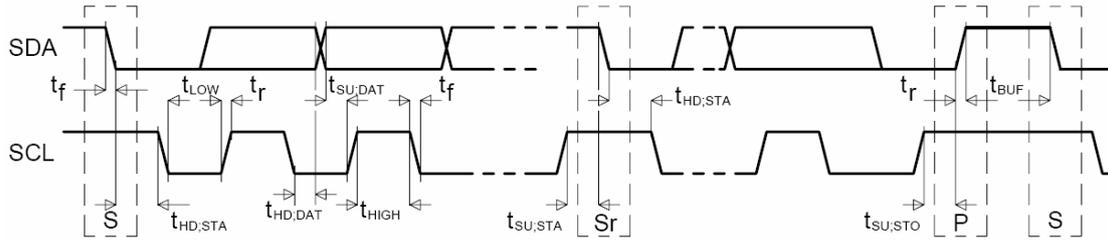


图 2.4 I²C 总线上 F/S 模式设备的时序定义

表 2.2 I²C 总线 F/S 模式设备的 SDA 和 SCL 总线连线特性

参数	符号	标准模式		快速模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
SCL 时钟频率	fSCL		100		400	KHz
SCL 时钟的低电平时间	tLOW	4.7	1.3			us
SCL 时钟的高电平时间	tHIGH	4.0	0.6			us
起始条件保持时间（重复）	tHD	4.0	0.6			us
起始条件建立时间	tSU;STA	4.7	0.6			us
数据保持时间	tHD;DAT	0	0			us
数据建立时间	tSU;DAT	250		100		ns
SDA 和 SCL 信号的上升时间	t _r		1000		300	ns
SDA 和 SCL 信号的下降时间	t _f		300		300	ns
终止条件建立时间	tSU;STO	4.0	0.6			us
一次终止条件和起始条件之间总线空闲时间	tBUF	4.7	1.3			us
单条总线连线上容性负载	C _b		400		400	pF

4. 按键工作模式

HM228 具备单键有效和多键有效功能。由 TP3(SKMS1)和 TP4(SKMS0) 端口设定。全部 16 个按键可分为一组或两组进行设置。组 1 包括 TP0, TP1, TP2, TP3, TP8, TP9, TP10, TP11 按键。组 2 包括 TP4, TP5, TP6, TP7, TP12, TP13, TP14, TP15 按键。设置方式参见表 5-2。

表 5-2 按键工作模式设置方式表

TP3 (SKMS1)	TP4 (SKMS0)	功能说明
0	0	全部多键有效：设定为一组(16 键)
0	1	设定为两组：组 1=>单键；组 2=>多键
1	0	设定为两组：组 1=>单键；组 2=>单键
1	1	全部单键有效：设定为一组(16 键)

注：1. 设定为一组： TP0~TP15。

设定为两组：组 1=>TP0, TP1, TP2, TP3, TP8, TP9, TP10, TP11

组 2=>TP4, TP5, TP6, TP7, TP12, TP13, TP14, TP15

2. 当使用 8 模式时 TP0~TP7 为输入键。

3. TP3 和 TP4 的选择状态，“0”状态是指连接高阻值电阻到 GND，“1”状态是不连接高阻值电阻到 GND。

4. 在单键有效功能下，键的检测承认优先权是依键的扫描顺序(从 TP0 到 TP15)，当同时多键被有效触摸。不是依照键被触摸的强度。

5. 睡眠模式的唤醒采样率和采样长度

HM228 在睡眠模式具有两种采样率，分别是 8Hz 和 64Hz。这两种功能由 TP5(SLWPTM)端口选择。TP5(SLWPTM)端口连接高阻值电阻到 GND 时，选择为 64Hz 采样率。当不连接高阻值电阻到 GND 时，将默认选为 8Hz 采样率。HM228 在睡眠模式下有两种采样长度，分别是 4mS 和 2mS，由 TP6(WPSCT)端口选定。默认情形下 TP6(WPSCT)端口不连接高阻值电阻到 GND，将选择为 4mS。若 TP6 连接高阻值电阻到 GND 时将设定为 2mS。睡眠模式的唤醒采样率和采样长度见图 5-1。



图 5-1 唤醒采样率和采样长度图

6. 有效键最大开启时间

如果因其它非正常因素造成有物体触摸到键并且电容量改变足够以被认为有效触摸，会使其一直动作，为了防止此类现象的发生，HM228 设计了有效键最长输出时间设定电路，此计时即为有效按键最大开启时间，若 VDD 为 3V 时大约为 80S。当物体触摸时间超过所设定时间时，系统将会返回到上电初始化状态并停止输出直到下一次被触摸时，此功能由 TP7(SKSRT)端口连接高阻值电阻到 GND 所设定。默认为 TP7(SKSRT) 端口不连接高阻值电阻到 GND，将设置为禁用最长输出时间设定，此时按键时间为无穷大。若连接高阻值电阻到 GND 时，则启用有效键最长输出时间设定功能。

7. 外部选择启用/禁用内建稳压电路

电容式触摸 IC 要求需要稳定的电源，因此HM228 在芯片内设置了稳压电路。此稳压电路可以使内

部电源稳定，维持芯片检测灵敏度一致。稳定的电源能避免其灵敏度异常导致错误的触发。内建稳压电路可通过 REGEN 端口设置为启用或禁用。当 REGEN 端口连接到 VDD 或悬空时，将启用内部稳压电路。当 REGEN 连接到 GND 时，则禁用内部稳压电路。且当内部稳压电路被禁用时，必须将 VREG 端口连接到外部 VDD。

8. 自动校准功能

HM228 具备自校准功能，系统上电时将首先对初始环境做自动校准。在此期间，所有的功能都被禁用，因此不要对 PAD 做触摸或其他操作，之后系统进入到待机模式。若所有按键在 4Sec 内没有检测到 TOUCH，系统将会自动重新校准。此自动重新校准的特性实现了使系统随环境变化且能正常工作的目的。

9. 由睡眠模式转到工作模式的时序图

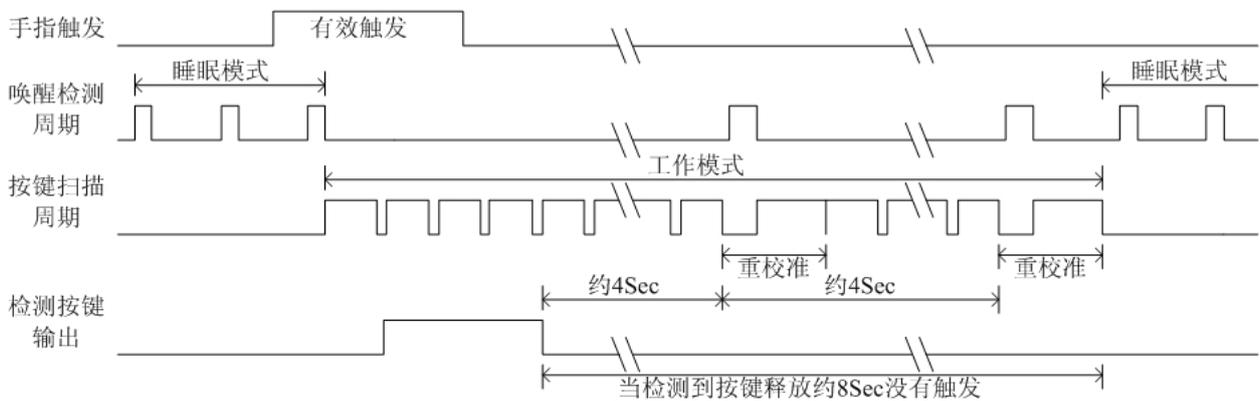


图 5-2 睡眠模式转到工作模式的时序图

10. 功能选项表格

选项端口	选项状态		特性	注释
	TP0	TP1		
TP0 (OPDEN)	1	1	8 键直接输出模式 => CMOS 高电平有效输出 I ² C 总线输出 => CMOS 低电平有效输出	默认
	1	0	8 键直接输出模式=> CMOS 低电平有效输出 I ² C 总线输出 => CMOS 高电平有效输出	
TP1 (SAHL)	0	1	8 键直接输出模式=> OD 低电平有效输出 I ² C 总线输出 => CMOS 低电平有效输出	
	0	0	8 键直接输出模式=> OC 高电平有效输出 I ² C 总线输出 => CMOS 高电平有效输出	
TP2 (Kysel)	1		8 键输入模式	默认
	0		16 键输入模式	
TP3 (SKMS1)	TP3	TP4		
	1	1	全部单键有效：设定为一组(16 键)	默认
	1	0	设定为两组：组 1=>单键；组 2=>单键	

TP4 (SKMS0)	0	1	设定为两组：组 1=>单键；组 2=>多键	
	0	0	全部多键有效：设定为一组(16 键)	
TP5 (WPSCT)	1		睡眠模式下 8Hz 唤醒采样率	默认
	0		睡眠模式下 64Hz 唤醒采样率	
TP6 (SLWPTM)	1		唤醒采样长度=>约 4.0mS	默认
	0		唤醒采样长度=>约 2.0mS	
TP7 (SKSRT)	1		禁用有效按键最大输出时间设定=>无穷大	默认
	0		启用有效按键最大输出时间设定=>80Sec	
REGEN	1		启用内部稳压电路	默认
	0		禁用内部稳压电路	
SLSER	1		串行输出通讯类型选择=>2-线串行通讯方式	默认
	0		串行输出通讯类型选择=>I2C 通讯方式	
ENSLP	1		启用睡眠模式	默认
	0		禁用睡眠模式	

注：1. 关于组 1 和组 2 的组成，请参照上面第 4 点。

2. 选项中状态“1”表示内部上拉(默认)。

3. 选项中状态“0”表示 TP0~TP7 端口连接高阻值电阻到 GND。

六、绝对最大值 (所有电压以 GND 为参考)

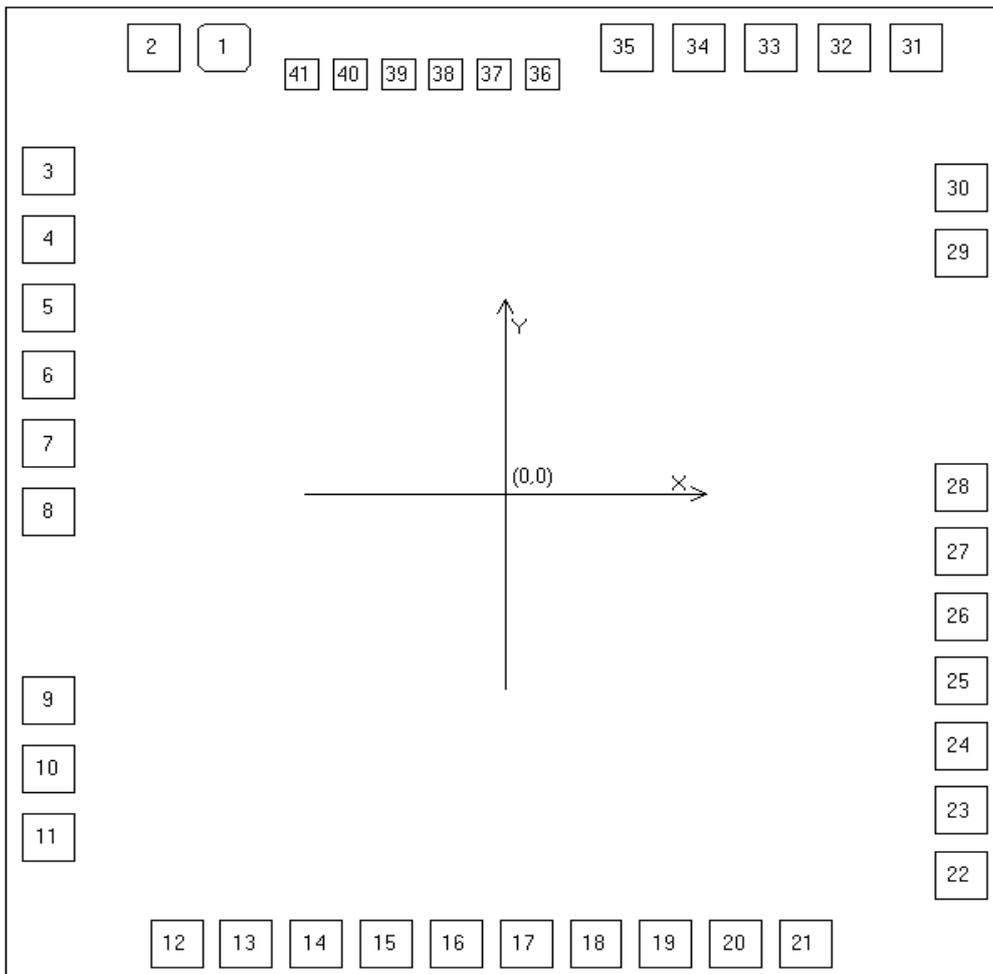
项目	符号	额定值	单位
供给电压	V _{DD}	-0.3 ~ 5.5	V
输入/输出电压	V _I / V _O	GND-0.3 ~ VDD+0.3	V
工作温度	T _{DD}	0 ~ 70	°C
储藏温度	T _{ST}	-20 ~ 125	°C

七、电气参数 (所有电压以 GND 为参考，VDD=3.0V，环境温度为 25°C)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	VDD	内部稳压电路启用	2.5		5.5	V
		内部稳压电路禁用	2.0		5.5	V
内部稳压电路输出	VREG		2.2	2.4	2.5	V
工作电流(无负载)	I _{OP}	VDD=3.0V, 稳压电路启用		23		μA
		VDD=3.0V, 稳压电路禁用		28		μA
静态电流 (采样间隔 4.0mS)	I _{SD}	采样率	8 键		4.5	μA
			16 键		5.0	
		8Hz	8 键		8.5	
			16 键		12	
输入端口	V _{IL}	输入低电压范围	0		0.2	VDD
输入端口	V _{IH}	输入高电压范围	0.8		1.0	VDD

输出端口灌电流(Sink Current)	I_{OL}	VDD=3V, VOL=1.0V		13		mA
输出端口拉电流(Source Current)	I_{OH}	VDD=3V, VOH=2.0V		-6		mA
唤醒响应时间 (睡眠模式下)	T_{WU}	采样率 8Hz		125		mS
		采样率 64Hz		15		mS
输出响应时间 (工作状态下)	T_R	8 键		32		mS
		16 键		16		mS
有效键最大开启时间	T_{MOT}	—	60	80	100	Sec
输入端口下拉电阻(TEST)	R_{PL}	—		30K		Ohm

八、引脚排列图



NO.	PAD NAME	X	Y	NO.	PAD NAME	X	Y
1	SLPSENA	-461	810	22	A2	750	-686
2	TP3	-578	810	23	A1	750	-569
3	TP2	-750	585	24	A0	750	-452
4	SENADJ0	-750	462	25	SLSERT	750	-335
5	TP1	-750	339	26	TP7	750	-218
6	TP0	-750	216	27	TP6	750	-101
7	TP15	-750	93	28	SENADJ1	750	15

8	TP14	-750	-29	29	TP5	750	438
9	SENADJ3	-750	-369	30	TP4	750	555
10	TP13	-750	-493	31	VDD	676	810
11	TP12	-750	-618	32	VREG	557	810
12	SDA	-540	-810	33	ENSLP	438	810
13	SD0	-425	-810	34	GND	319	810
14	SCL	-310	-810	35	REGEN	200	810
15	SLPSENB	-195	-810	36		61	761
16	TP11	-80	-810	37	E	-17	761
17	TP10	34	-810	38	D	-96	761
18	SENADJ2	149	-810	39	C	-175	761
19	TP9	264	-810	40	B	-254	761
20	TP8	379	-810	41	A	-333	761
21	TEST	494	-810				

九、应用电路图

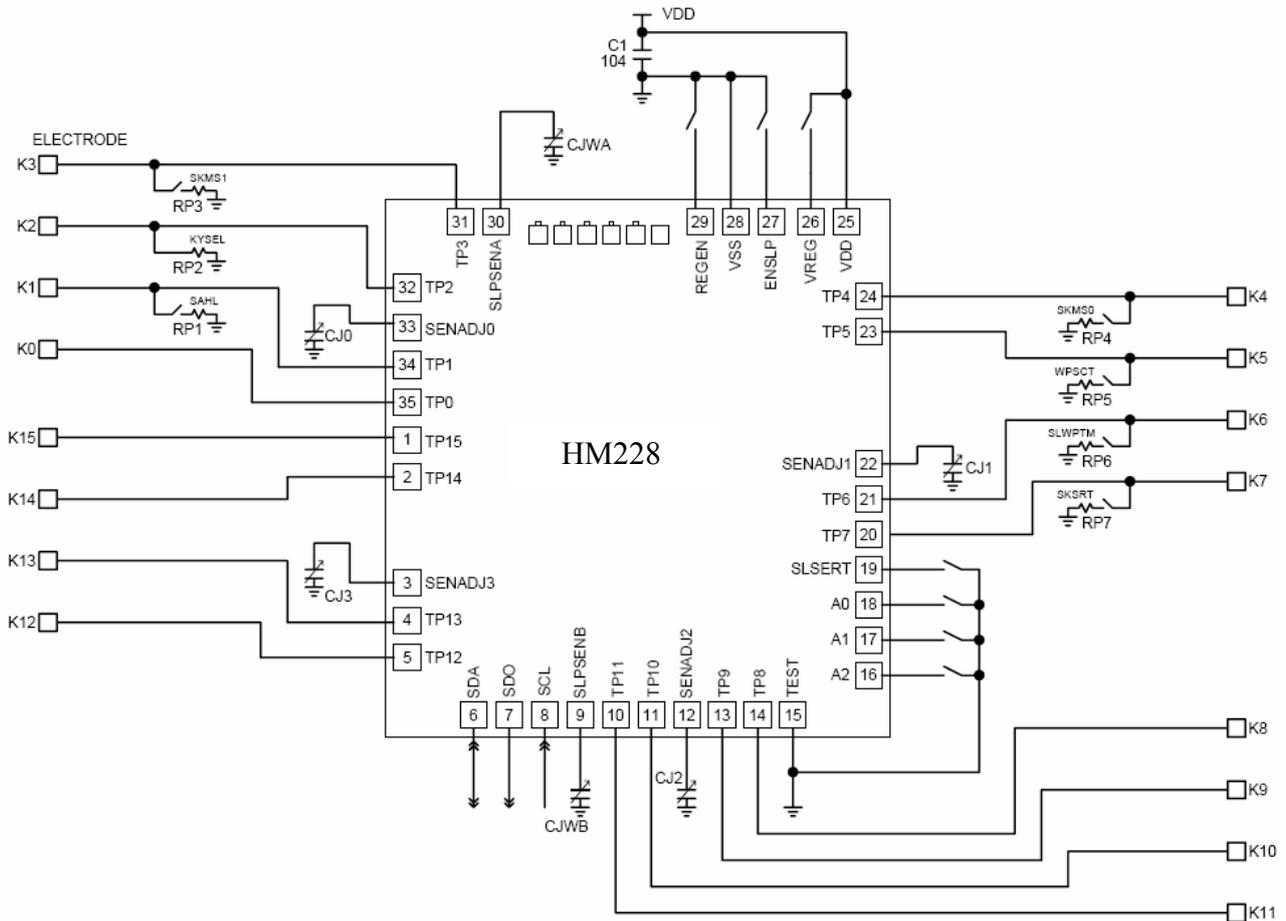


图 9-1 16 键模式参考电路图

- 注：1. 在 PCB 上，感应焊盘距离 IC 端口的连线长度越短越好。并且每根感应线不能平行交叉。
2. 电源必须稳定，如果电压不稳定，可能会造成灵敏度异常或错误的触发。
3. 覆盖在 PCB 上的面板不能是带有金属成份或其它导电的材料，包括最表面的涂料。
4. VDD 及 GND 必需使用电容器 C1 做滤波，同时在布线时 C1 电容器必需是最近距离靠近 IC(HM228) 的 VDD 及 GND 管脚之间。
5. CJ0~CJ3 和 CJWA~CJWB 的电容值可用于调节对应键的灵敏度。电容值越小，灵敏度越高。灵敏度的调节必须是根据实际应用的 PCB 来做决定。电容值的取值范围是 $1\text{pF} \leq \text{CJ0} \sim \text{CJ3} \leq 50\text{pF}$ ， $1\text{pF} \leq \text{CJWA} \sim \text{CJWB} \leq 50\text{pF}$ 。建议先通过调节 CJ0~CJ3 的容值来调节 K0~K15 的灵敏度，再调节 CJWA 和 CJWB 的容值来调节唤醒灵敏度。

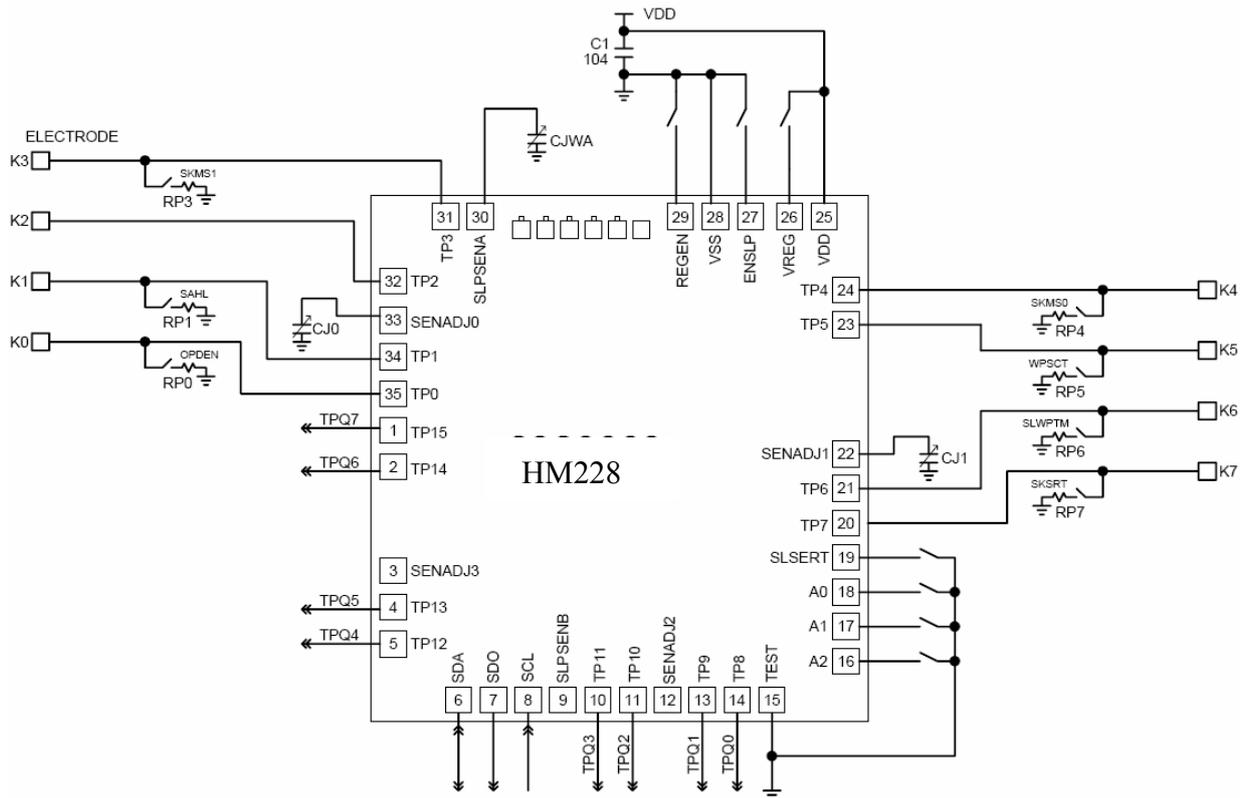


图 9-2 8 键模式参考电路图

6. 灵敏度调节电容(CJ0~CJ3, CJWA~CJWB)必须是使用温度变化其稳定性佳的电容, 比如 X7R, NPO。对于触摸应用, 推荐使用 NPO 材质电容, 以减少因温度变化对灵敏度造成的影响。
7. 推荐 RP0~RP7 使用 1M ohm 电阻。
8. 当系统没有使用HM228 的串行输出方式, 则 HM228 的 SCL 端口必须被连接到 VDD 或 GND。
9. 外围 PCB 电路布线规则具体可参考《电容式触摸按键-PCB 布线》文件。
10. 以上功能选项脚若选择默认值, 建议接到固定电平, 如需选择启用睡眠模式, ENSLP 脚建议接到 VDD。