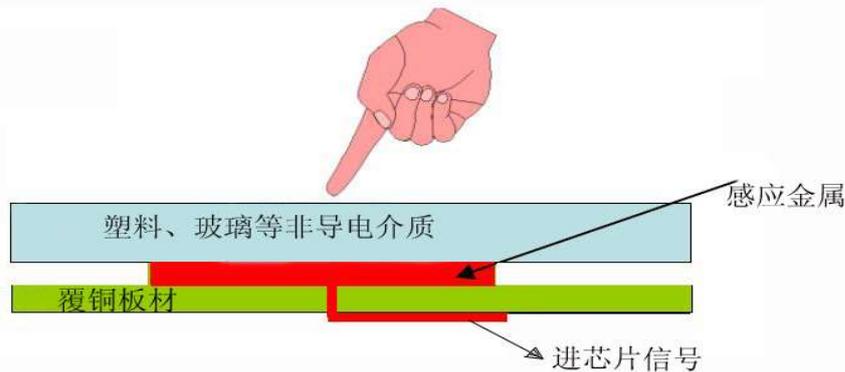


FTC533G/532G 触控按键芯片

概述:

触摸感应检测按键是近年来迅速发展起来一种新型按键。它可以穿透绝缘材料外壳（玻璃、塑料等等），通过检测人体手指带来的电荷移动，而判断出人体手指触摸动作，从而实现按键操作。电容式触摸按键不需要传统按键的机械触点，也不再使用传统金属触摸的人体直接接触金属片而带来的安全隐患以及应用局限。电容式感应按键做出来的产品可靠耐用，美观时尚，材料用料少，便于生产安装以及维护，取代传统机械按钮键以及金属触摸。

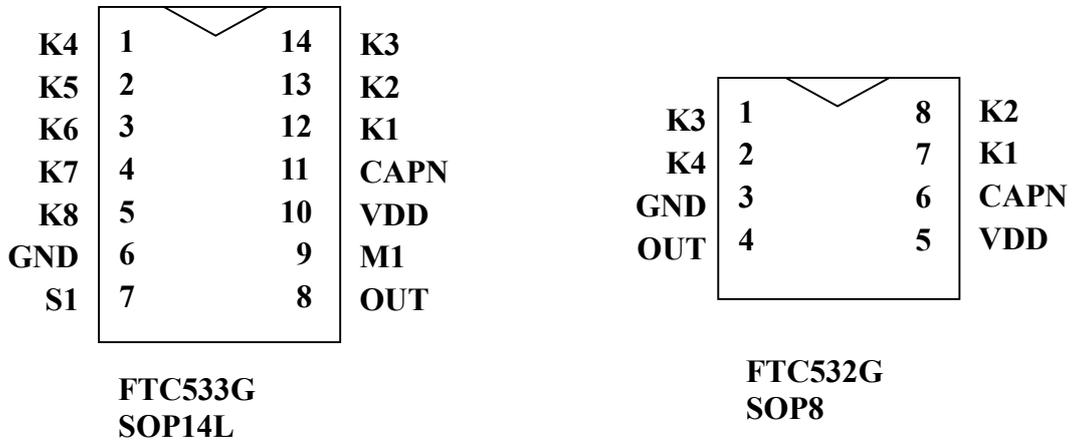


FTC533G/532G是专业的触摸按键处理芯片，采用最新高精度数字电容测量技术，能做到防各种干扰、防面板水迹影响、适应各种电源供电等。其中FTC533G最大能支持到8个触摸按键，FTC532G最多能支持4个按键功能。输出采用类似红外遥控格式的编码，使用1根线通讯，用户可以调整灵敏度。适用各种电器、数码类电子产品的应用。

特点:

- 超强抗EMC干扰，能防止功率大到5W的对讲机等发射设备天线靠近触摸点干扰。
- 极简单外围电路，最简单的应用外围只需要一颗参考电容。（视客户要求如需要提高ESD和EMC则需每个按链接1颗电阻）
- 防水淹干扰，成片水珠覆盖在触摸面板上不影响按键的有效识别。
- 超宽工作电压范围3.3V—5.5V。
- 电源电压变化适应功能，内置电压补偿电路，电源电压在工作范围内变化时自动补偿，不影响芯片正常工作。
- 环境温度湿度变化自动适应，环境缓慢适应技术的应用，使得芯片无限长时间连续工作不会出现灵敏度差异。
- 可调灵敏度，可以通过外接电容容量来调整灵敏度以适应不同的设计。
- 提供二进制编码直接输出接口，方便用户系统对接。
- 上电快速初始化，在300mS左右内芯片就可以检测好环境参数包括自动适应，按键检测功能开始工作。
- 灵敏度自动适应，各按键引线如果因为长短不一造成寄生电容大小不同，能够自动检测并适应，不同按键灵敏度做到一致。
- FTC533G为SOP14L封装、FTC532G为SOP8封装。

管脚封装:

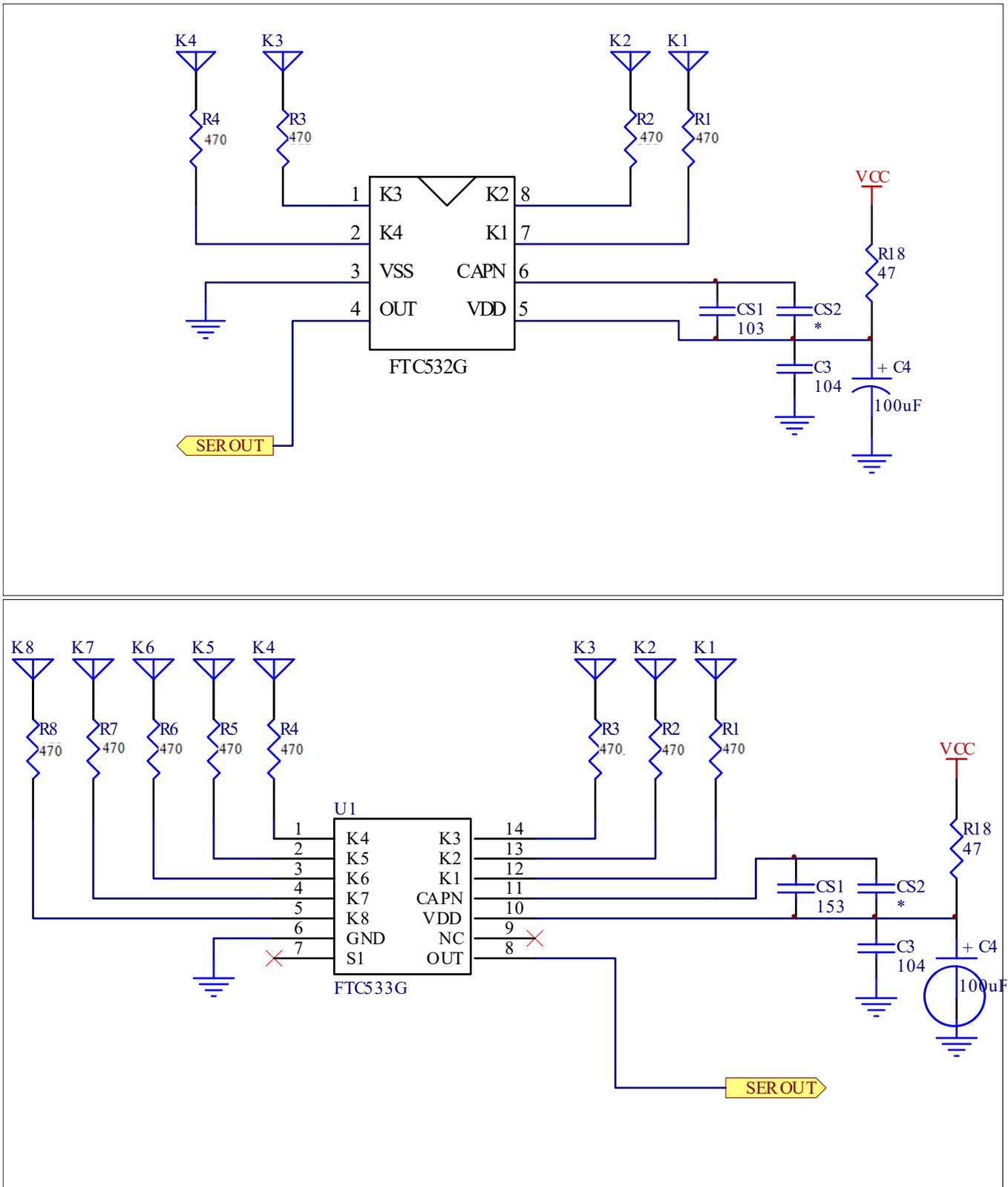


管脚描述:

(以FTC533G为例)

编 号	管脚名称	类 型	功 能 描 述
1-5	K4-K8	输入	触摸盘电容信号输入口 一般使用时串联100欧姆-1K电阻，能有效防止RF干扰和提升抗ESD静电能力
6	GND	--	电源负端
7	S1	输入	测试用途，保留 请悬空
8	OUT	输出	按键信号编码通讯口。 输出“1”时是高电平，输出“0”时是低电平。
9	M1	输入	测试用途，保留 请悬空
10	VDD	--	电源正端
11	CAPN	--	接基准电容Cs负端，Cs电容正端接VDD Cs电容须使用 5%精度涤纶插件电容、10%高精度的NPO材质或X7R材质贴片电容
12-14	K1-K3	输入	触摸盘电容信号输入口 一般使用时串联100欧姆-1K电阻，能有效防止RF干扰和提升抗ESD静电能力

应用图例：



- ※ 请按照K1, K2, .. K8的顺序来选用按键输入，后面不用的按键口接地，K1, K2禁止接地。
- ※ Cs电容有范围限制（因PCB走线布局等决定），太大或者太小系统无法工作，图例中的值只用做参考。
- ※ 图例中使用2个Cs电容是为了调整电容值方便，Cs电容值是指2个Cs电容之和。
- ※ 如果产品对ESD和RF干扰要求不是很高，可以不用电阻R1—R8。
- ※ 如果电源纹波过大，建议设置R18做RC滤波。对纹波很小的情形下（小于100mv）可以取消。

功能描述：

1、按键检测：

芯片内置电容测量电路以及高精度逻辑运算器对各按键输入口对地的电容量进行测量和运算，当手指靠近触摸感应盘时，该按键输入口的对地电容量会发生微小的增大（大约0.2-0.5P），当该容量变化值达到芯片的触发阈值时，判断为有按键动作。当该电容变化量被持续有效检测到超过60ms，芯片判断按键动作有效，对应输出端口会输出按键信息。当人手指远离触摸感应区域时，该按键输入口对地电容会恢复到原来值，同样当该变化量被持续有效检测到超过60ms，芯片判断按键离开有效，对应输出端口会输出无按键信息。

2、灵敏度：

根据电容公式 $C = \epsilon S / 4 \pi k d$ （ ϵ 为介质介电常数，S为电极面积，d为电极之间距离）可知：1）触摸灵敏度与绝缘面板的材质有关，介电常数越大，触摸感应灵敏度越高。

2）触摸灵敏度与绝缘面板的厚度有关，同一介质的绝缘面板，厚度越薄灵敏度越高，绝缘面板厚度越大，灵敏度越低。

3）触摸与按键感应盘的有效面积有关，面积越大，灵敏度越高，面积越小，灵敏度越低。

在以上3个项目都固定的情况下，对芯片Cs电容容量进行调节也能获得不同的灵敏度。芯片在运算的过程中需要采用Cs电容来做为基准参照，对Cs电容的调节能改变芯片运算，获得不同的触发阈值，从而影响到触摸灵敏度。

Cs电容越小，触摸灵敏度越高；Cs电容越大触摸灵敏度越低。

需要注意的是，因为运算器精度的原因，Cs电容太大有可能造成溢出，太小则有可能造成精度偏低而不稳定。一般Cs电容值在8200P（822）— 33000P（533）之间选择。

3、按键异常抑制：长按时间抑制，芯片检测到持续按键信号超过30S时，会判断为非法动作而复位，重新进行系统环境初始化。

多按键抑制，芯片检测超过4个按键输入端口同时有效按键信号时，会判断为非法动作而复位，重新进行系统环境初始化。

以上按键抑制动作可以有效防止用户在安装、生产过程中造成输出锁住的情况，也能防止意外情况芯片输出锁死。按键锁死是指在非正常使用或者非正常条件下，环境的突然改变造成按键输出信号一直存在而无法消除的情况！

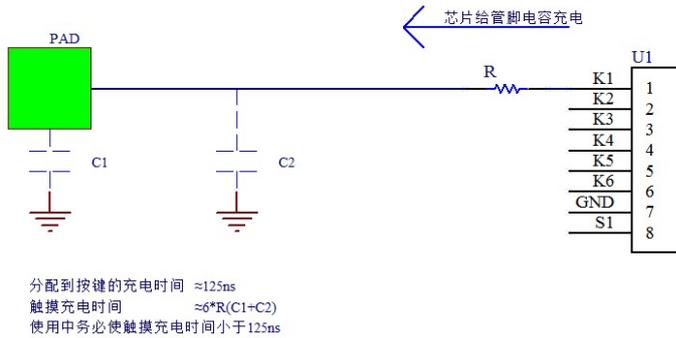
4、S1选项/M1选项：

FTC533G的芯片第7脚和第9脚功能保留，其内部有上拉电阻，请悬空即可；FTC532G无此管脚。

5、按键输入：

触摸信号接入口，需要按顺序从K1、K2…开始使用，不用的口建议接地。需要注意的是，某个按键口接地后，该按键以及其后面的按键都不会工作，所以需要按顺序使用按键。否则，请悬空不用的按键口。

按键口在使用时建议串联100欧姆-1K电阻，能有效防止RF干扰和提升抗ESD静电能力，并且在EMI测试中发挥重要的作用！下图为示意图：



如等效电路图所示，串联电阻R需要与按键对地等效电容（由走线分布电容C2、感应片与外壳形成的固有电容C1等组成）匹配，使其RC充电常数适合IC内部的充放电时间125ns。

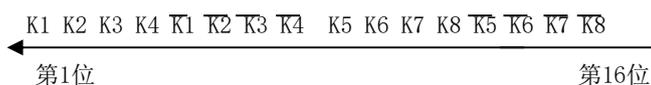
走线不同时C2会有很大差异，例如线长、PCB材料、线周围其他线路的间距等都会影响C2等效电容。所以在设计中，需要对R电阻值进行调整，不然会造成灵敏度不够、CS测试按键不稳定、EMI超标等情况。匹配R值非常重要，其调整原则是：按键等效电容越大（一般由走线过长过密造成）时，其串联的R要求越小。反之，若按键等效电容很小时，则需要适当增大串联R值，以提高EMI测试效果。

一般线路板的寄生电容比较难以测量，在设计中一般参考原则如下：

- 1) 在普通情况下，建议使用470欧姆电阻，能够满足大部分应用；
- 2) 在按键输入线超过12CM以上时，建议减小串联电阻为220欧姆。当按键走线被其他线路或者其他按键线路紧密相邻时，或者输入线超过20CM时，建议电阻减小为100欧姆；
- 3) 在EMI测试时，高频段（10M以上）不能通过时，可以尝试增大电阻，优先增大那些走线较短的按键上的电阻，标准以增加电阻而不明显影响灵敏度为准。

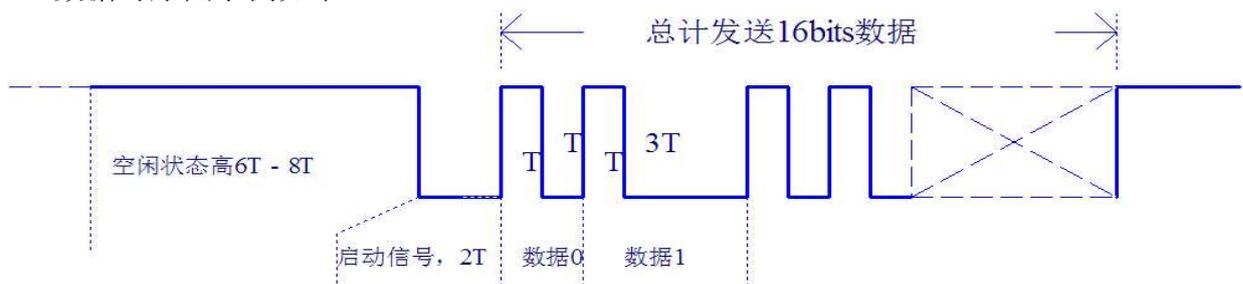
6、按键输出：

FTC533G/532G通过OUT口，采用编码格式输出数据信号，数据总共16位，格式如下：



- 1)、当Kx按键被按下时，对应的Kx数据为1，否则为0；
- 2)、 \overline{Kx} 表示反码；
- 3)、FTC532G中K5-K8数据永远为0，对应反码永远为1。

数据时序图示例如下：



- 1)、FTC533G/532G的OUT口的输出状态为低电平和高电平，无需要外接上拉电阻；

- 2)、主系统检测空闲：从OUT口读信号，检测到OUT高电平至少持续 $6T$ ，以保证FTC533G/532G处于空闲状态；
- 3)、检测启动信号：从OUT口读低电平信号，时间 $2T$ ，用来确定数据开始通讯；
- 4)、读取按键数据：FTC533G/532G的数据格式为，bit0 -- 先发送 $1T$ 时间的高再发 $1T$ 时间的低、bit1 -- 先发送 $1T$ 时间的高再发送 $3T$ 时间的低；
- 7)、FTC533G/532G总共发送16bits数据，数据格式如前所述。
发送数据完毕后FTC533G/532G进入空闲状态，OUT口为高，主系统可以从第2步骤开始重新读取数据；
- 8)、传输数据的时间大约为 $58 * T$ ；
- 9)、数据传输有正码反码做校验防通讯干扰，另外FTC533G/532G内部已经做了60ms按键判断延时（即俗称按键去抖debounce）。理论上主系统根据实际情况可以读取一次数据有效即可认为按键有效，但为防止在测试EFT等项目时若OUT口容易受到干扰则可加2-3次判断！
- 10)、通讯周期为 $T=375\mu S$ ，主系统可以采用 $125\mu S$ 时间中断来进行OUT口电平抽样判断。
为防止EFT干扰，软件在做时间判别时需要考虑时序非法的情形。在采集到宽度远小于 T 的脉冲时（例如小于 $75\%T$ ），须当做干扰将此帧数据扔掉。宽度过大也应同样处理。
FTC333G的时间总误差为10%，主系统需要考虑自己的最大时间误差，再加上10%以上来设定。

7、通讯程序建议：

主系统同FTC533G/532G通讯一般采用时间中断或者边沿中断的方式。

采用时间中断时，一般需要采用小于或等于 $T/2$ 时间周期中断进行OUT口电平采样。假设采用 $T/2$ 时间周期，则在每个数据位的高电平期间至少会被采集到2次，在数据0的低电平期间也会被至少采集到2次，而在数据1的低电平期间则至少会被采集到6次，以此作为区别数据0和1。若采用周期采用 $T/3$ ，则采样次数区别更大更容易区分。

采用I/O口边沿中断方式，则可以设定为上升沿、下降沿都中断，同时要开启时间计数器并清零。在中断程序中读取时间计数器的值，作为高电平或低电平时间衡量，从而判断空闲状态、起始位以及数据0或1。若想降低中断的次数，则可以采用只用上升沿中断，来获得每位数据周期的总长度从而判断出空闲+起始位、数据0或者1。

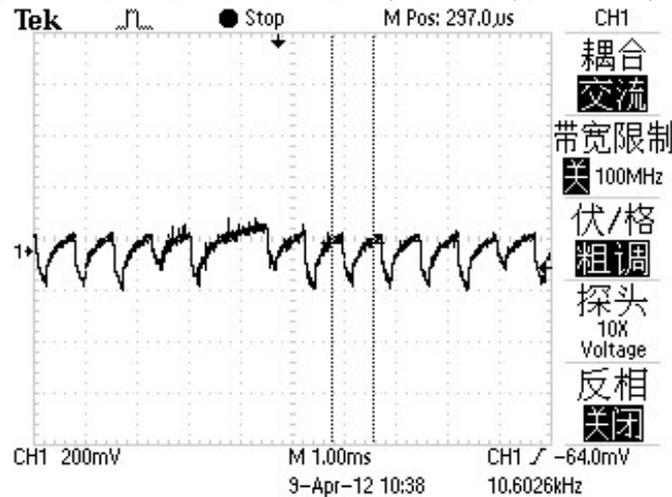
8、电源要求：

FTC系列的电压范围可以达到3.3V—5.5V，在此范围内IC可以都可以正常工作。但是在每个测量周期内（10ms），IC电源电压值必须保证相对平滑稳定，否则会干扰到内部电容测量的模拟电路。

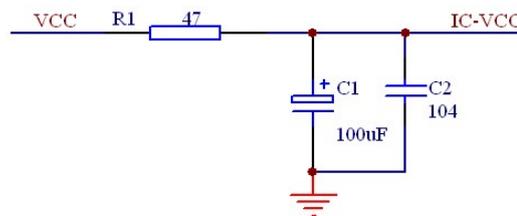
在大多数应用场合，用户的电源使用三端稳压IC供电，可以保证IC电源的平滑。

但是在部分的应用系统中，即使使用了三端稳压IC供电，由于系统电源负载波动原因，IC电源端会有很强的高频纹波干扰。在这种情况下，必须将电源做RC滤波等方式处理。

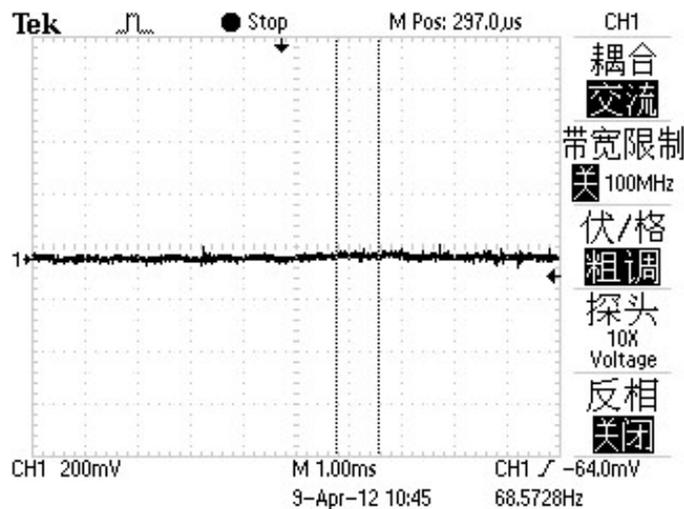
这种情况典型的例子有：系统中采用1628等芯片驱动数码管、瞬间大电流扫描LED、交流蜂鸣器等。下图中的波形是在某个采用1628驱动数码管的系统中，出现触摸按键不稳定情形。测试触摸IC的电源电压波形，电源杂波非常明显，频率约为1K多赫兹：



改善电源最常用的简单RC滤波能起到高频滤波的作用，如下图：



※ 根据情况调整合适的RC值，但要考虑R会产生压降。蜂鸣器、LED等负载应该放到R之前取电。



在该系统中，对触摸IC供电电源采用上述RC滤波（ $R=39/C=47\mu\text{F}$ ）电路处理后，触摸按键非常稳定，测量电源端波形如上图。

综上所述，建议采用RC滤波后再给触摸IC供电。尤其是系统中有使用1628等驱动数码管的产品应用中！

注意事项:

1. 使用双面PCB，可以在顶层使用圆形、方形等作为触摸感应PAD，从触摸感应PAD到IC管脚的连线应该尽量走在触摸感应PAD的另外一面。同时连线应该尽量走细，不要绕远。使用单面板则一般需要使用感应弹簧片。
2. 使用单片PCB，一般用感应弹簧片来做触摸PAD。因为其侧面也能同手指头形成电场，使用感应弹簧片比使用PCB上做触摸感应PAD能获得更高的灵敏度。
3. 触摸感应PAD与地的寄生电容越大，则需要越大的Cs电容来匹配，从而影响Cs电容的取值范围以及灵敏度的调节范围。所以双面板触摸感应PAD的周围与背面一般建议不铺地，触摸感应PAD与PAD之间距离足够保持2mm以上，尽量避免不同PAD之平行引线距离过近，这些都能降低触摸感应PAD对地的寄生电容，有利于产品灵敏度的提高。如果一定需要铺地请尽量远离触摸感应PAD 2mm以上。
4. 从触摸感应PAD或者感应弹簧片到IC管脚的连线长度尽量不绕太远，尽量避免连线之间的耦合电容，也要避免与其他高频信号线有耦合电容。
5. 灵敏度与触摸感应PAD或者感应弹簧片面积成正比，与外壳厚度成反比。根据外壳厚度和尺寸选择合适的触摸面积。一般玻璃外壳比塑料更高穿透力。
6. 触摸感应PAD与PAD之间应该尽量留一定的间距，以保证手指头触摸时不会覆盖到2个PAD，同时也能防止PAD寄生电容过大。
7. 因为空气介电常数太小，并且受湿度影响，所以介质中最好不要有空气。触摸PAD或者感应弹簧片与绝缘外壳应压合紧密，保持平整，以免有气隙产生。外壳与PAD之间可以采用非导电胶进行粘和，例如压克力胶3M HBM系列。
8. 基准电容Cs电容建议使用温度系数小精度高的电容，以免造成灵敏度不一致或随温度变化而变化。一般插件电容建议**5%精度涤纶电容**，如需贴片电容则建议**使用10%或更高精度的NPO材质电容或X7R材质电容**。
9. 芯片供电电源需要采用三端稳压IC、RC滤波、LC滤波等电路来防止交流纹波干扰，以保证系统的稳定性能！

电气特性:

• 最大绝对额定值

参数	符号	条件	值	单位
工作温度	T _{OP}	—	-40 ~ +75	°C
存储温度	T _{STG}	—	-50 ~ +125	°C
电源电压	VDD	25°C	VSS-0.3 ~ VSS+5.5	V
输入电压	V _{IN}	25°C	VSS-0.3 ~ VDD+0.3	V
ESD 电压	ESD	—	>5	KV

• DC/AC 特性: (测试条件为室内温度=25°C)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	VDD		2.90	—	5.50	V
工作电流	I _{OP}	VDD=3.3V 工作状态	-	1	-	mA
基准电容*	C _s		8200	—	33000	PF
输入口低电平门限	V _{IL}	输入低电压	0	-	0.2	VDD
输入口高电平门限	V _{IH}	输入高电压	0.8	-	1.0	VDD
输出口灌电流	I _{OL}	VDD=5V, Vol=0.6V	-	4	-	mA
输出口拉电流	I _{OH}	VDD=5V, Voh=4.3V	-	-2	-	mA
输入口上拉电阻	R _{pu}	VDD=3.3V		75K		欧姆
低电压复位	LVR		2.20	2.50	2.90	V

※ C_s 值根据PCB的布线分布电容和用户需要的灵敏度实际调整。C_s电容有一定的选择范围（因PCB走线布局和电源电压等决定），太大或者太小系统无法工作。

C_s 值越大灵敏度越低。

C_s 电容建议使用温度系数比较小的5%精度涤纶电容。

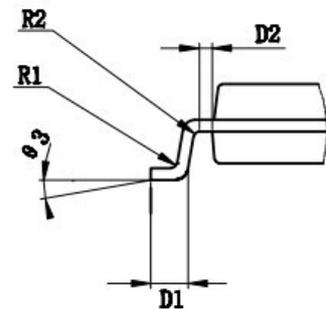
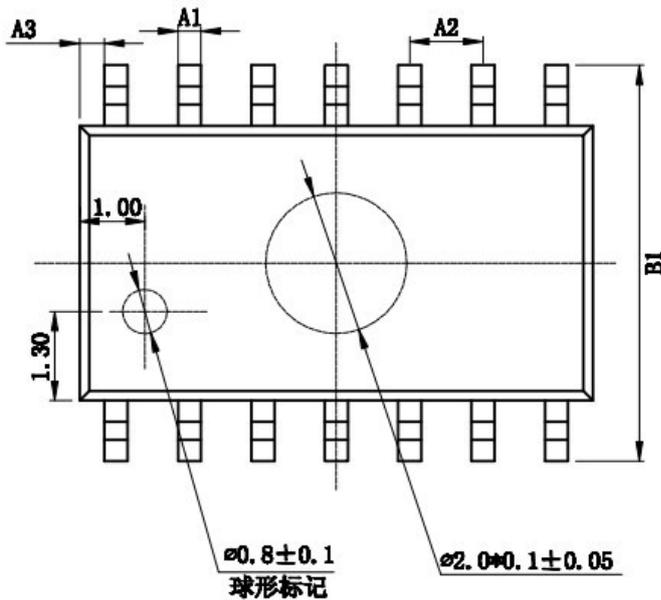
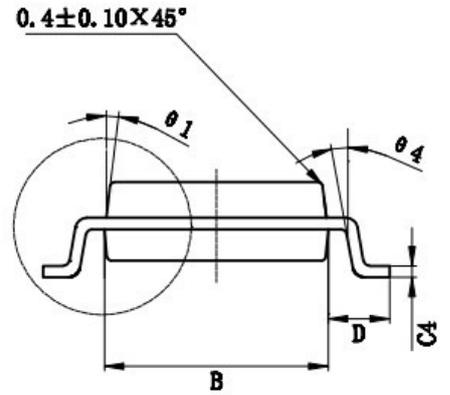
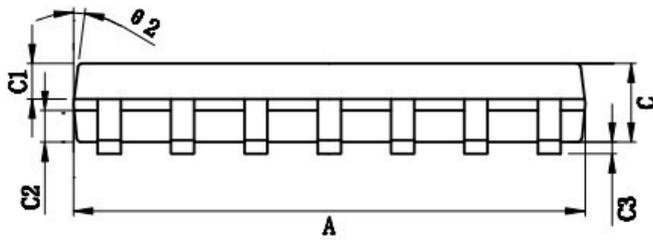
如需贴片电容则必须使用**10%或更高精度的NPO材质电容或X7R材质电容。**

• 功能参数:

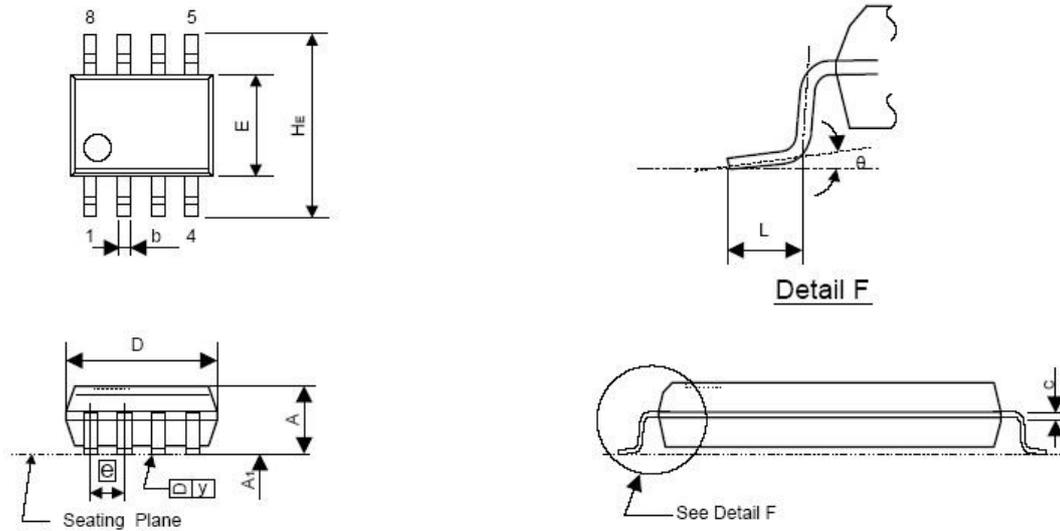
参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
按键按下有效时间	T _{press}	按键动作到有效输出	60	—	80	mS
按键释放有效时间	T _{release}	按键释放到输出关闭	40	—	60	mS
最多允许同时按键数	K _{max}	保证系统不复位	—	3	—	个
允许按键长按时间	T _{max}	保证系统不复位	—	30	—	S

SOP14L封装尺寸:

标柱	尺寸	最小(mm)	最大(mm)	标柱	尺寸	最小(mm)	最大(mm)
A		8.55	8.75	C4		0.198	0.213
A1		0.356	0.456	D		0.95	1.15
A2		1.27TYP		D1		0.40	0.7
A3		0.312TYP		D2		0.20TYP	
B		3.80	4.00	R1		0.20TYP	
B1		5.80	6.20	R2		0.20TYP	
C		1.35	1.55	θ1		8° ~ 12° TYP4	
C1		0.60	0.70	θ2		8° ~ 12° TYP4	
C2		0.55	0.65	θ3		0° ~ 8°	
C3		0.10	0.25	θ4		4° ~ 12°	



SOP8 封装尺寸:



Symbol	Dimensions in inches	Dimensions in mm
A	0.069 Max.	1.75 Max.
	0.053 Min.	1.35 Min.
A1	0.010 Max.	0.25 Max.
	0.004 Min.	0.10 Min.
b	0.016 Typ.	0.41 Typ.
c	0.008 Typ.	0.20 Typ.
D	0.196 Max.	4.98 Max.
	0.189 Min.	4.80 Min.
E	0.157 Max.	3.99 Max.
	0.150 Min.	3.81 Min.
\bar{e}	0.050 Typ.	1.27 Typ.
HE	0.244 Max.	6.20 Max.
	0.228 Min.	5.79 Min.
L	0.050 Max.	1.27 Max.
	0.016 Min.	0.41 Min.
y	0.004 Max.	0.10 Max.
θ	0° ~ 8°	0° ~ 8°

Notes:

- (1)The maximum value of dimension D includes end flash.
- (2)Dimension E does not include resin fins.

声明:

- 1、 此文档中之资料内容本公司可以在不通知用户的情况下进行修改更新；
- 2、 本公司会尽力保证产品的高质量和稳定性能。尽管如此，由于一般半导体器件的电气敏感性及易受到外部物理伤害等固有特点，有可能在极端情况下以及用户设计使用不当时出现故障或失效。在用户使用该产品时，请遵从本公司最新说明书上规定的来使用该产品进行合理设计；
- 3、 在此文档中的产品是为一般电子产品（电脑、家用电器、办公室工具、消费娱乐类电子产品、一般电子仪器等）所设计的。本公司该产品禁止应用在一些对触控按键要求极高稳定性的特殊设备上，以免导致人员伤亡等意外发生。产品不能应用范围包括原子能控制设备、飞机及航空器件、交通控制设备、燃烧控制设备、医疗设备以及所有因触控按键原因可能导致人身伤害以及重大财产损失的产品等等。使用者在以上列举的非产品应用范围内使用时造成的损失与伤害，本公司概不负责。

规格修订记录：

- 1、 2018/1/18： V0.1—草案
- 1、 2018/11/15： V0.2—修改关于按键串联电阻的描述。