

### 简介

本应用笔记用于HolyChip的家电产品线（Home Appliance Product Line）的触摸应用方案的布板和物理设计。电容触摸系统的布板和物理设计是整体设计过程中尤为重要的部分。良好的布板可以使软件实现更为简单、系统更加健壮。取决于实际应用，布板可能非常简单，也可能很复杂，但必须遵循某些通用原则，这些规则将适用于所有触摸应用布板。

#### 触摸PCB设计时几个重要注意事项：

- 1、相邻按键间的间距把控
  - 2、按键表面的覆盖层的材料和厚度的选择（覆盖层不可为金属或其它导电物质）
  - 3、地层的设计
  - 4、浮动金属远离触摸按键信号
  - 5、触摸按键远离高频走线（如IIC和SPI等）
  - 6、LED的使用对触摸的影响
  - 7、电源的设计
  - 8、触摸按键走线的规则
- 本应用笔记适用芯片：全系列芯片。
  - 相关数据手册、工具及技术文档下载网址：<http://www.holychip.cn/>。

# 目录

<b>1 按键</b> .....	<b>3</b>
1.1 按键间距.....	3
1.2 覆盖层.....	3
1.3 材料.....	4
1.4 厚度选择.....	4
1.5 特性.....	4
<b>2 PCB 设计</b> .....	<b>6</b>
2.1 地层.....	6
2.2 通讯线隔离.....	6
2.3 LED 使用.....	7
2.4 电源.....	8
2.5 PCB 走线.....	9
2.6 触摸按键走线规则.....	9
<b>3 总结</b> .....	<b>11</b>
<b>4 版本说明</b> .....	<b>12</b>

# 1 按键

根据不同需求，触摸按键的材料通常为 PCB 铜箔、金属片、平顶弹簧等，不同按键均需按照相应规则去设计使用。另外 HolyChip 提供了一些常见的按键、滑条，用户可以在 HolyChip 官网 <http://www.holychip.cn> 进行下载。

## 1.1 按键间距

另外一个需要考虑的是一个按键与相邻按键间的间距。当一个人使用手指触摸触摸按键，或它的覆盖层（塑料或玻璃等），人的手指不仅对当前的触摸按键，也对其相邻的触摸按键产生额外的电容，只是对相邻的触摸按键影响稍小。在相邻焊盘间保持一定的空隙将为手指的电容提供绝缘。通常 4.7mm 的空隙就足够了。图 1-1 显示了推荐的布板，黑色的正方形为覆铜焊盘，相当于按键。

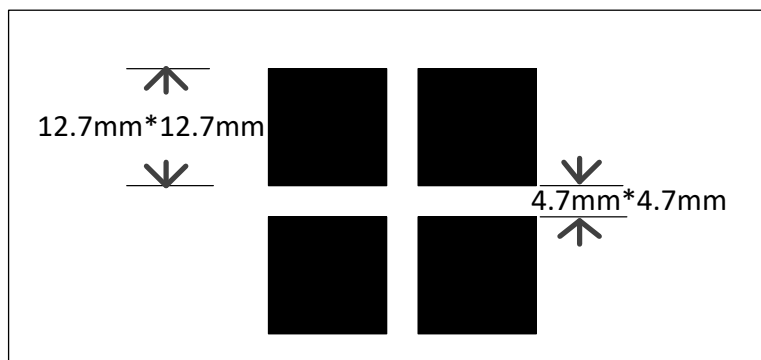


图 1-1 按键焊盘形状和尺寸示例

## 1.2 覆盖层

应用中通常很少将裸露的 PCB 直接开放给终端用户，而是在 PCB 的表面加上覆盖材料，以免用户直接接触电路板或电路板直接与外界环境相接触。

## 1.3 材料

覆盖材料包括窗户玻璃和Plexiglas®等。这些常用的材料具有不同的厚度，其厚度和焊盘与接触表面间的材料成分影响到灵敏度。由公式1可知，介电常数高的材料更适用于感应式应用。

下表为常见材料及其介电常数：

材料	$\epsilon R$
空气	1.00059
水	80
玻璃	4至10
石英玻璃	9至10
云母	4至8
尼龙	3
树脂玻璃	3.4
聚乙烯	2.2
聚苯乙烯	2.56
聚乙烯酯(PET)	3.7
FR4(玻璃纤维+环氧)	4.2
PMMA(聚乙烯甲基丙烯酸酯)	2.6至4
典型的PSA(胶)	2.0-3.0(大约)

表 1-1

## 1.4 厚度选择

从电容触摸按键的角度来看，**其厚度与灵敏度成反比**，非常薄的覆盖层是最理想的。因为它提高了灵敏度，同时具有更高的精度。

因此，在使用HolyChip产品开发时，为保证一定的触摸感应灵敏度和精度，覆盖材料的**厚度选择不超过4mm，2mm以内效果更佳**。滑条与滑轮需要更高的灵敏度，因此表面材料厚度必须更小(约1mm)。同时要求触摸按键正上方1mm以内不能有金属，触摸按键50mm以内的金属必须接地，否则会影响按键的灵敏度。

## 1.5 特性

触摸感应应用中的表面覆盖物一定不能为导体。且金属或其它导电物质也不能放置在两个导电盘之间时，人的手指按压有可能触发处于覆盖层下的所有按键，这等同于失效。

平板电容的电容值公式：

$$\text{公式1: } C = \frac{\varepsilon R * \varepsilon 0 * A}{d}$$

其中，A为导电平板的面积，d为平板之间的距离， $\varepsilon R$ 为触摸按键之间材料的介电常数， $\varepsilon 0$ 为自由空间的介电常数。

## 2 PCB设计

### 2.1 地层

不推荐将触摸按键的走线放在任何电源层上。充满在触摸按键下面的地层或电源层会增加对地的寄生电容，并降低灵敏度。如果可能，地层不应与感应元件放在同一层。铺地需要使用网格铺铜，网格线宽度为10mil，间隙为40mil。

在噪声环境下，对敏感的区域必须加地层。对于具有很强电磁干扰的应用，屏蔽连接到焊盘的走线可提高抗干扰能力。显然，按键界面不可能完全被地环绕包围，但如果屏内部可以屏蔽起来，则可保护而不受 EMI 干扰而产生相关的问题。

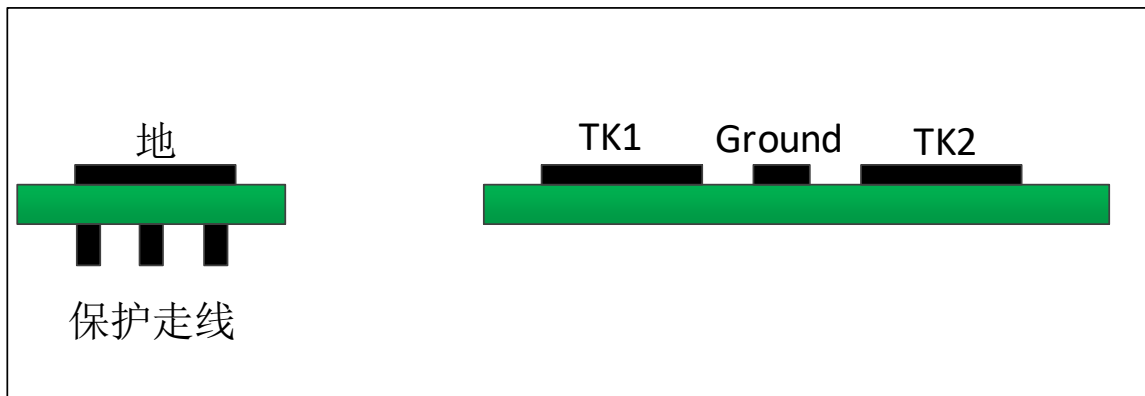


图 2-1 保护地

为了避免感应区域的二次辐射及减少不期望的影响，应保持浮动金属远离触摸按键信号，如下图

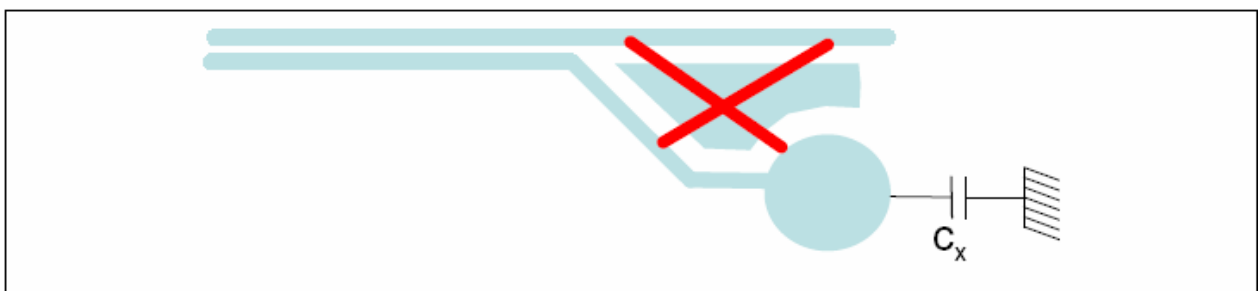


图 2-2 浮动金属设计示例

### 2.2 通讯线隔离

不要将触摸感应的走线靠近通讯线，如IIC或主SPI通信线为高频走线，需要使这些高频走线远离触摸检测线。可以选择将触摸按键走线选择在MCU的不同侧或不同层。若这些走线必须交叉时，最好使高噪声的高频走线与触摸检测线垂直，以减小RF干扰。如下图所示。

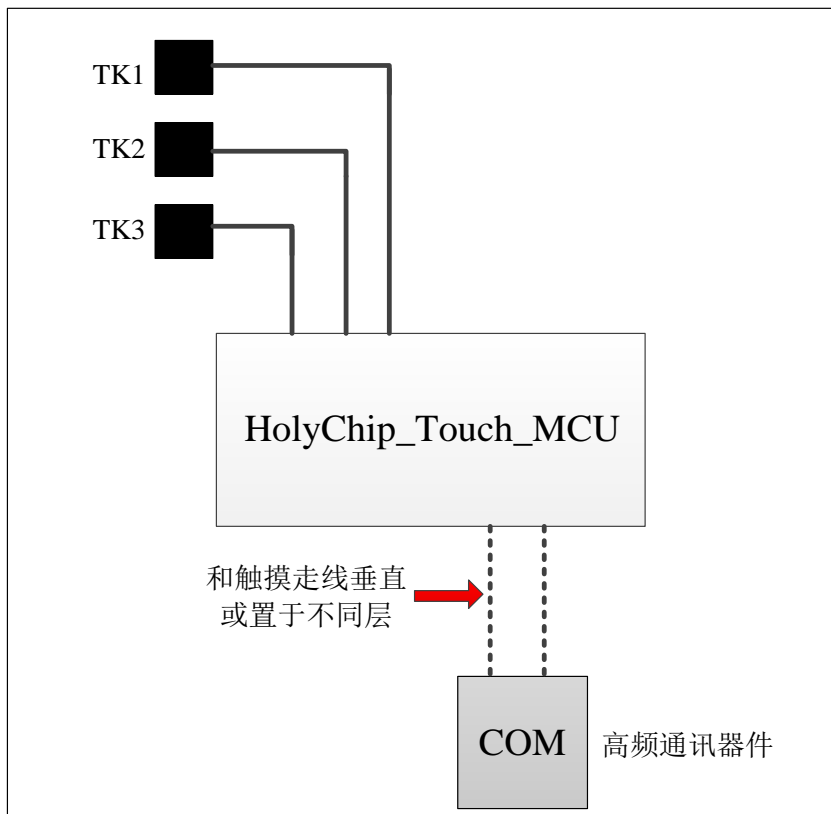


图 2-3 通讯线和触摸走线不同层或垂直设计示例

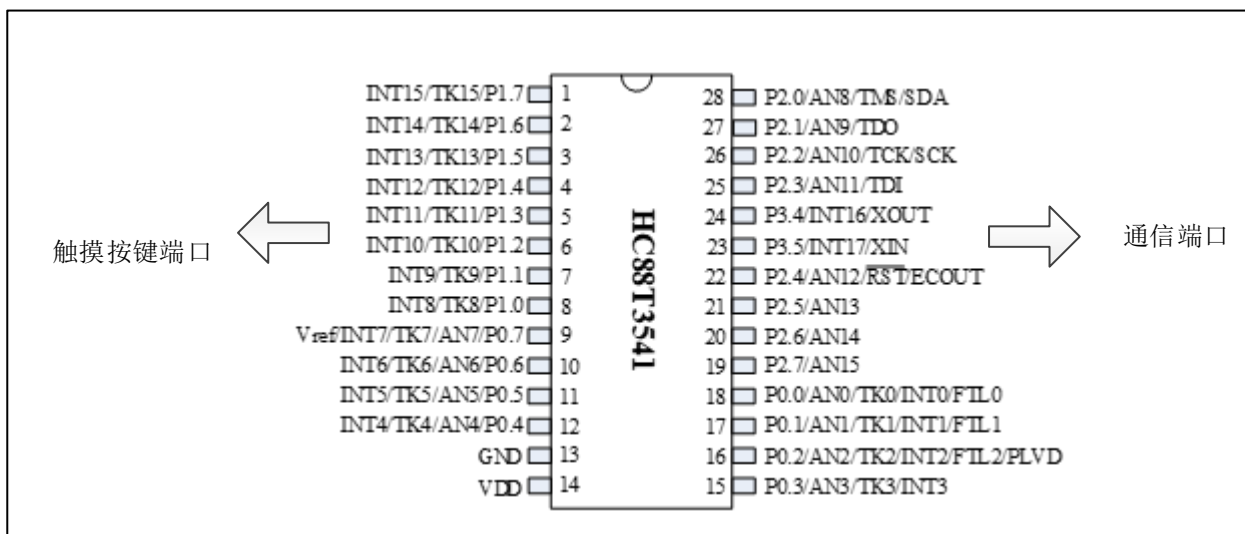


图 2-4 通讯线和触摸走线不在 MCU 同侧设计示例

## 2.3 LED 使用

在用户板上，常常需要 LED 靠近触摸按键。当设计带 LED 的应用板时，必须考虑以下因素：

- LED 的开/关会改变电容值
- LED 开/关时其走线会改变阻抗值

- LED 负载电流会影响电源轨道电流

如果 LED 靠近触摸按键，且经常被激活，建议使用一个电容(小于 1nF)旁路 LED 或其驱动器走线。LED 的两端必须为低阻抗通路至地(或电源)。否则，LED 必须使用旁路电容以抑制高阻抗。

## 2.4 电源

对电源处理得要求是避免电源纹波过大，较大的电源纹波可能会影响触摸按键的稳定性，应尽量减小电源纹波。

- 强烈推荐对 MCU 电源进行滤波（滤掉来自于电源的传导噪声，采用电解电容+104 瓷片电容，电解电容应不小于 20uF）或使用电压调节器（如 LDO 等）。同时电压调节器应放得离触摸按键走线和传感设备尽可能远。
- 电源线可通过串接磁珠增强 EFT 性能，磁珠应尽量靠近接插件接口位置。
- 电源线宽不能低于 1mm。
- 电源线上的去耦电容应尽量靠近芯片的 VDD 和 GND 管脚。
- 连到 MCU 上的电源线不要再引出去驱动其它负载。

VDD 和 GND 的布线方式可参考以下方法：

U1 为触摸 MCU，GND 以及+5V 两根线经过 C1(47uF 铝制电解电容)，再经过 C2(104 贴片电容)后接入 MCU 去耦电容(C4)后进入 MCU。



## 2.5 PCB 走线

MCU 与触摸按键之间的走线会增加按键电容并降低信号，从而降低触摸按键的灵敏度。走线长度会降低灵敏度，因为它会增加感应电路的并联电容。走线长度也会增加噪声，因为走线同时会受内部电路与外部噪声环境的影响。

缩短从MCU至触摸按键之间的走线长度可降低其它元件与走线产生耦合的风险。MCU与触摸按键之间的走线应尽可能短。

线宽会增加整个系统的铜覆盖面积，从而增加触摸按键的电容。同时也会增加与其它层上元件的耦合。因此，走线应尽可能细小，且远离地层。Trace线宽不能大于10mil(0.254mm)，建议6mil。不同通道的走线彼此之间的距离应该保证在两倍线宽以上。如果布局允许，应尽量保证各TK通道走线的长度一致。

同时，将走线放置在用户PCB的背面可降低手指对走线的影响，以确保触摸按键引脚上的所有电容变化是来自于手指(或其它导体)与有效传感面积的相互作用，而不是来自于手指与走线的相互作用。

## 2.6 触摸按键走线规则

- 触摸按键走线上串一电阻，建议阻值 1K $\Omega$ ，封装应当使用 0603 或 0402，并且应该尽量靠近 MCU。
- 触摸 Pad 的周围建议铺地，地与触摸 Pad 的间距不能小于 20mil。
- 触摸 Pad 的背面铺网状地或不铺地（铺地会降低灵敏度，但可以避免一些干扰）。
- Trace 与其它数字电路及大电流电路（VDD，LED 驱动电路）分开走线，或者用地隔离，以免其相互干扰。
- 触摸 Pad 的下面尽量不要走线，特别是大电流电路。
- 触摸 Pad 最小面积建议不小于 20mm<sup>2</sup>，决定于工作电压和覆盖物的厚度，没有特别限制。
- 使用一个较高频率的基频侦测 TP，容易受电源相似频率的干扰，如变频器干扰等，所以要避开能产生此干扰的产品上使用。
- 尽量将按键线与按键线之间以及按键线与其他走线之间的间距拉开。
- 由于电容式触控按键属于高阻抗，容易受到高频线号干扰，因而尽量避免另外的高频信号接近信号线。
- 触摸按键与 IC 管脚之间的信号线尽量不要靠近 PCB 板边，板边的干扰会比较大，而且人手容易接触到板边。
- 如果触摸按键信号线必须和不同的板层信号线交叉，则交叉方式应为垂直相交。

- 使用弹簧按键时，按键之间的距离尽量拉大（大于 900mil），以免手指触摸一个按键而引起另一个按键的误判。
- 触摸按键走线周围不要敷地或者离走线 1 倍线宽以上的距离敷地。
- 触摸按键走线和有干扰源的走线不能平行走线，触摸按键的走线不能和电源线平行或者走到有 EFT，ESD 干扰的地方。

## 3 总结

一个强壮的触摸系统离不开硬件设计，本文以及 HolyChip 触摸板只是提供设计参考，针对实际中各式各样的应用应考虑具体情况对 PCB 进行精细设计。

重述一下基本准则：触摸系统的布板应尽可能减小地，走线尽可能短、干净，并远离其他可能的干扰源。

## 4 版本说明

版本	日期	描述
V1.00	2018/05/25	初版
V1.01	2018/06/26	修正一些错误
V1.02	2019/01/11	1.增加了 1 章节 2.修改了一些错误
V1.03	2019/08/05	1.修改部分内容 2.文档名称修改
V1.04	2020/6/24	1.格式修改 2.文档名称修改
V1.05	2020/10/15	删去 HC89F3xx1 系列，新增 HC88T3xx1 系列
V1.06	2020/12/30	增加 HC89F3xx1、HC88T6xx1 系列

HOLYCHIP公司保留对以下所有产品在可靠性、功能和设计方面的改进作进一步说明的权利。

HOLYCHIP不承担由本手册所涉及的产品或电路的运用和使用所引起的任何责任，HOLYCHIP的产品不是专门设计来应用于外科植入、生命维持和任何HOLYCHIP产品产生的故障会对个体造成伤害甚至死亡的领域。如果将HOLYCHIP的产品用于上述领域，即使这些是由HOLYCHIP在产品设计和制造上的疏忽引起的，用户应赔偿所有费用、损失、合理的人身伤害或死亡所直接或间接所产生的律师费用，并且用户保证HOLYCHIP及其雇员、子公司、分支机构和销售商与上述事宜无关。

芯圣电子

2020 年 10 月