

目录

目录.....	1
前言.....	3
总体介绍.....	3
一 触控按键 MCU 通用方案 PCB 设计要点	4
1.1 赛元触控按键 MCU 应用电路.....	4
1.2 Layout 整体布局要求	4
1.2.1 触摸按键的形状及材料选择.....	4
1.2.2 触摸按键及其布线	5
1.2.3 电源电路走线	5
1.2.4 覆盖面板选择	6
1.3 敷铜要求.....	6
二 特殊的触摸方案应用示例	7
2.1 面板和触摸按键存在间隙的处理	7
2.2 滑轮滑条感应按键设计	7
2.2.1 滑条感应盘 PCB 设计	8
2.2.2 滑轮感应盘 PCB 设计	8
2.3 接近感应感应按键设计	9
2.3.1 电容式接近感应简单原理	9
2.3.2 实现电容式接近感应的布局设计	10
2.3.3 电容式接近感应线圈规格选择.....	10
2.3.4 电容式接近感应 Layout 设计要点.....	10
2.3.5 电容式接近感应应用环境注意	11
2.4 花架隔空触控感应按键设计.....	12
2.4.1 概要	12

2.4.2 适用范围.....	12
2.4.3 方案设计要点	12
布局规则快速检查表	17
三 更改记录	18
声明.....	19

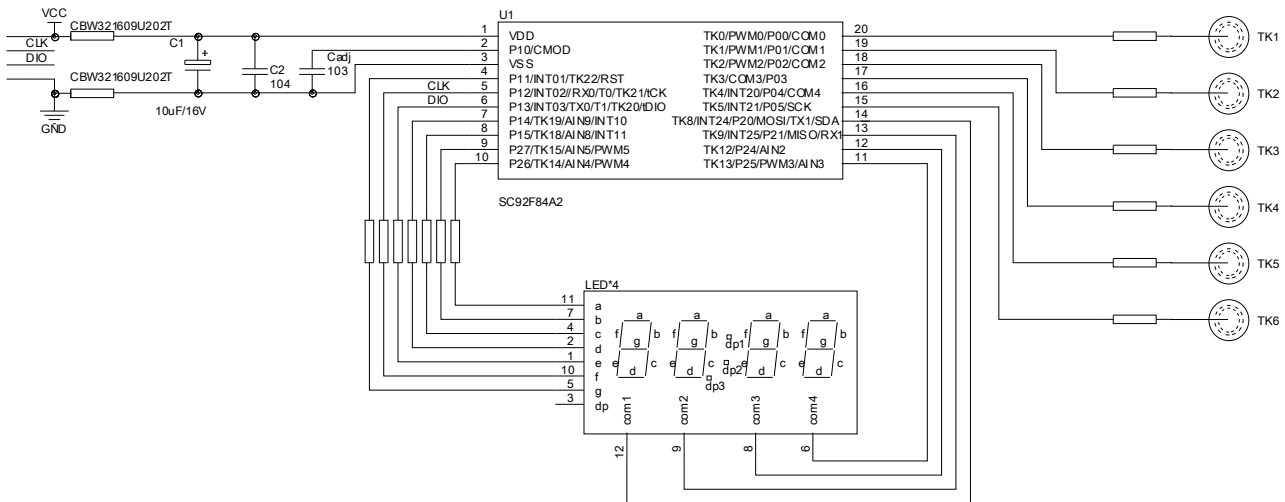
前言

总体介绍

自电容触摸的灵敏度和抗干扰性能，会受到诸多因素影响，如电极形状和大小，触摸按键周围走线的方式，面板的厚度，空气层的有无，以及产品的内部结构等等。本手册是赛元为触摸按键 MCU 应用提供的 PCB Layout 设计技术手册，介绍如何设计触摸按键以及周边区域走线，并对影响的各因素进行了说明，同时提供推荐的应用示例。目的是为了客户在针对触摸按键 MCU 设计 PCB 时能更好的发挥触控性能，同时提高系统稳定性。

一 触控按键 MCU 通用方案 PCB 设计要点

1.1 赛元触控按键 MCU 应用电路



说明:

1. Cadj 容值:
推荐 103 电容, 精度 10%;
2. TK 管脚上匹配电阻取值范围:
510Ω - 5.6K 推荐值: 510R

1.2 Layout 整体布局要求

1.2.1 触摸按键的形状及材料选择

图 1.1 为自电容方式的手指触摸按键的推荐形状。

材料选择: 通常为 PCB 铜箔、金属片、平项弹簧、导电棉、导电橡胶、ITO 玻璃层等

按键形状: PCB 铜箔推荐圆形, 其次方形。当用弹簧作为感应盘, 应保证弹簧压缩量为 3~10mm。

应当避免尖角形状按键 (小于 90 度), 其尖角部分会集中电场, 降低抗干扰能力, 不建议使用。

按键尺寸: 推荐 10.0x10.0~15.0x15.0mm 之间。

注: 如果在电极中配置 LED 或其他器件, 请注意开孔尽可能的小, 以确保在触摸按键时获取足够的信噪比。

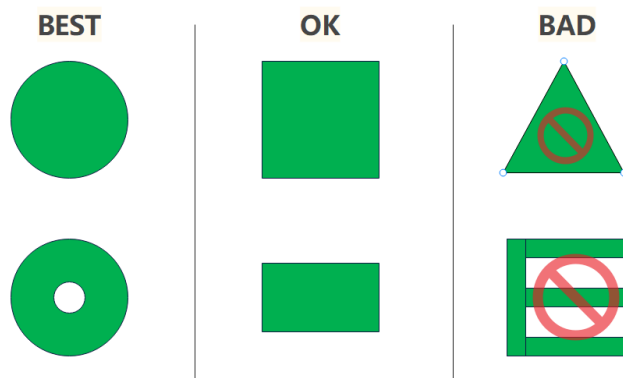


图 1.1 自电容方式的推荐触摸按键设计

1.2.2 触摸按键及其布线

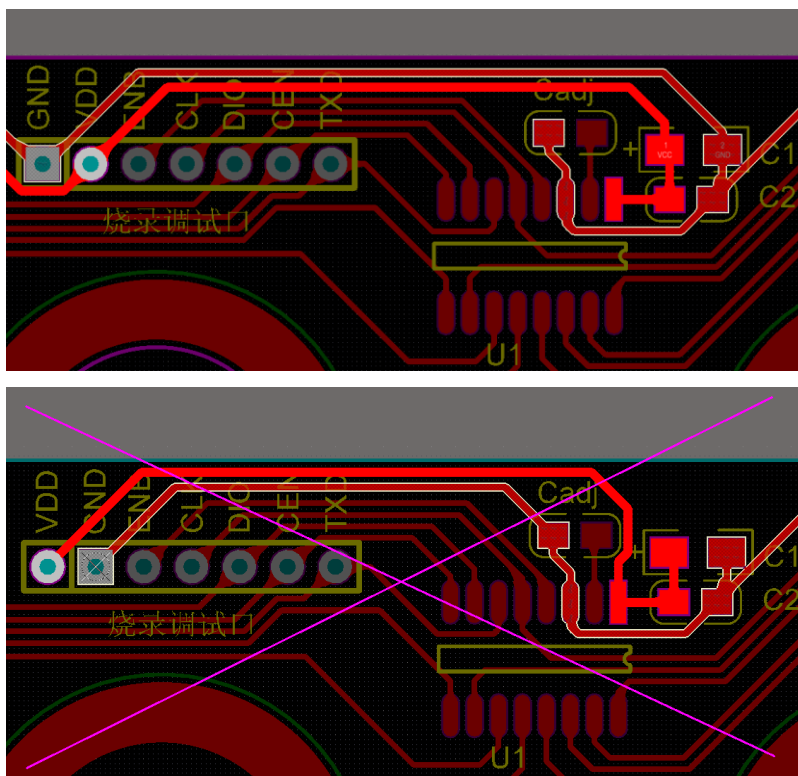
1. 布局时尽量将触摸 MCU 放置在多个触控按键的中心位置，尽量减短触摸芯片引脚和触摸感应按键焊盘之间的走线长度，最大走线长度为 200 mm，最大走线宽度为 10mil。
2. 相邻触摸按键间距应超过 10mm，以避免相邻按键影响。走线禁止布置在任何触摸感应按键下方，除非走线是和该触摸按键相连的。
3. 触摸走线和其他电器器件，金属件的安全间距应超过 10mm。
4. 相邻触摸走线，触摸走线和时钟信号或者通信线之间的安全间距应超过 2mm。若触摸走线必须与之交叉，确保走线应呈直角。
5. 触摸通道的匹配电阻推荐阻值为 510R（最大值应小于 5.6K 欧姆），应尽量靠近触摸芯片对应管脚放置，推荐距离小于 10mm，以降低射频干扰并提供 ESD 保护。
6. 触摸按键若是 PCB 铜箔式感应按键，应敷阻焊油、不露铜。尽量少使用过孔，以减少寄生电容。
7. 基准电容 C_{adj} 接在 MCU 的 CMOD 与 VSS 管脚之间，作为触控感应电路的充放电电容，是实现触控功能的重要器件，它保障了触控电路的正常工作。 C_{adj} 容值：**推荐 103 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 10%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。
同时 C_{adj} 电容需要尽量靠近芯片管脚，推荐距离小于 10mm。

1.2.3 电源电路走线

1. 电源线和地线应先经过电容滤波(电解电容+104 瓷片电容)之后再分别接入 MCU 的 VDD 和 VSS 管脚，也可将电解电容换为钽电容，容值不小于 10uF；
2. 104 电容布局时应紧靠 MCU 的 VDD 及 VSS 引脚放置，距离应小于 10mm；
3. 功率负载部分与 MCU 控制部分的电源分立，功率负载部分应在 104 电容前取电。
4. 电源纹波应控制小于 100mv，最大不超过 200mv。

VDD 和 VSS 的布线方式可参考下图：

U1 为触控 IC，两根高亮的走线一个连到 U1 的 VDD，一个连到 U1 的 VSS，这两根线先经过 C1（10uF 钽电容），再经过 C2（104 贴片电容），最后再接入 U1 的 VDD 和 VSS 管脚上。



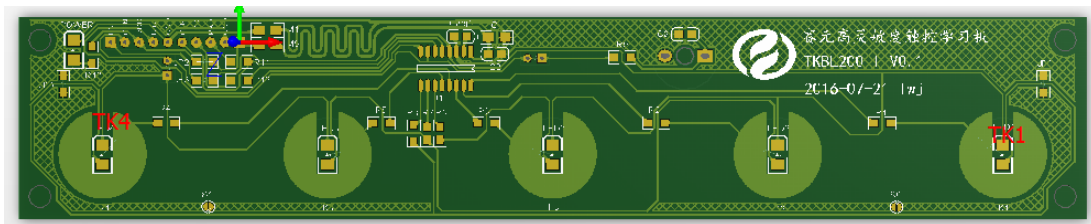
1.2.4 覆盖面板选择

1. 覆盖面板介电常数应介于 2.0-8.0 之间，且不能为导电材料，也不能在覆盖层上使用包含金属颗粒的油漆。
2. PCB 铜箔式感应按键要求感应盘铜箔与触摸面板表面的垂直距离不大于 3mm，否则触摸灵敏度降低。距离大于 3mm 的项目请参见“花架隔空触控感应按键设计”章节。
3. 覆盖层的厚度选择：非玻璃材料最大厚度应小于 5mm，玻璃材料最大厚度应小于 8mm。
4. 若是弹簧式感应按键，尽量保证弹簧按键到面板的距离一致、弹簧顶端与触摸面板之间尽量不要有缝隙。

1.3 敷铜要求

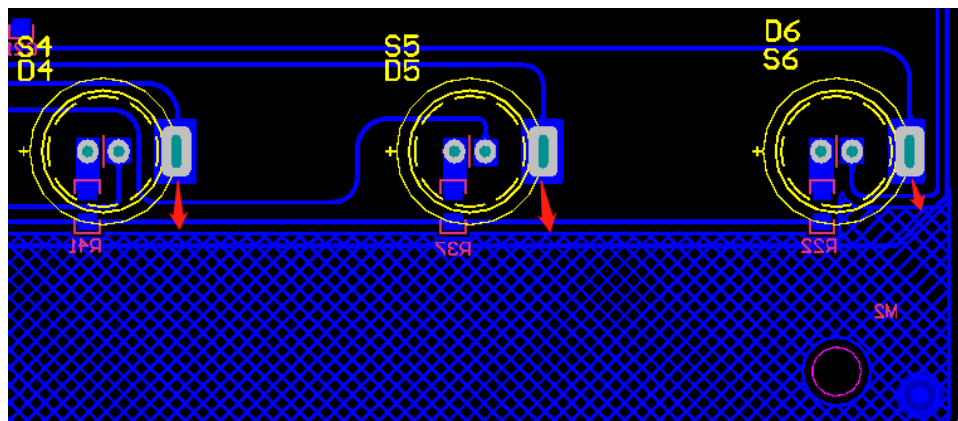
1. GND 敷铜可增强 PCBA 的抗干扰性能，建议使用网格式敷铜，铜皮有效面积需小于 40%；(接近感应应用特殊，Layout 相关请至指定章节 [2.3 接近感应感应按键设计](#) 进行了解)
2. GND 敷铜的网络应从滤波电容 104 之后的 GND 上引出，这样可以最大限度的屏蔽干扰信号；
3. 感应盘四周其它触控网络最少的 TK 通道，其周围应有 GND 敷铜，且 GND 敷铜与该 TK 通道的感应盘或按键的投影面边沿处的距离不小于 3mm，推荐距离 3mm；花架隔空应用应保持在 5mm 以上。

如下图：最左端 TK4 周围仅有右侧的 1 个 TK 通道，TK4 周围触控网络数量最少，根据第 3 点要求需对 TK4 的感应盘周围进行 GND 敷铜处理。右侧的 TK1 周围只有左侧有一个 TK 通道，同理也需做相同处理。



在感应盘周围的 GND 网络敷铜时要注意：

- 1) 避免 GND 网络的铜皮形成闭合环路；
- 2) GND 的敷铜仅限于感应盘周围，所有 TK 通道的走线附近不要敷铜，否则会降低触控按键的灵敏度。
4. 除第 3 条情况外，其它触控网络应尽量远离 GND 网络；
5. 如果是双面板，要避免在 TK 通道的走线和感应盘背面进行 GND 网络的敷铜，以免影响触控灵敏度。
6. 如需引出调试接口，SCK 和 SDA 连线到接线端口的引线间距尽可能的保证在两倍线宽以上；不要走平行线，如无法避免，请在两线之间加地线隔离，以确保使用 Touch Key Tool 进行调试时，采集数据正常工作。如采集数据时仍出现无数据上传，可以在 MCU 端 SCK 对地接 101 电容（尽量靠近 IC 管脚）。
7. 每个 TK 通道上串接电阻到 PAD，尽量不在触控走线及 PAD 附近敷铜（减少对地电容），布局及走线可参考下图。触控 PAD 尽量与敷铜间保持一定的间距（ $\geq 3\text{mm}$ 以上，花架隔空应用应保持在 5mm 以上）



二 特殊的触摸方案应用示例

2.1 面板和触摸按键存在间隙的处理

图 1.2 显示了面板和触摸键电极之间存在间隙时的处理方法

1. 当空气间隙加面板的总厚度小于 4mm 时，使用赛元隔空触摸应用能检测到触摸，PCB 设计和常规一致。
2. 当空气间隙超过 3mm，小于 6mm 时，需要按照花架隔空触控的方式进行，详细介绍请参见“花架隔空触控感应按键设计”章节。
3. 当空气间隙过大，超过 6mm 时，已经超过隔空触摸应用范围。此时需要将触摸按键延长到面板上，连接材料常规使用的是弹簧，导电橡胶等导电材料。

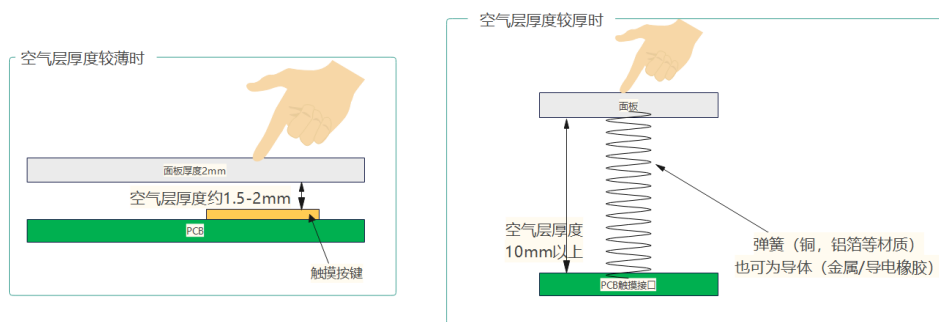


图 1.2 自电容方式的不同空气层厚度应用应对示例

2.2 滑轮滑条感应按键设计

图 1.3 显示的是推荐的线性滑条模型，而表 1 显示的是推荐的线性滑条尺寸。

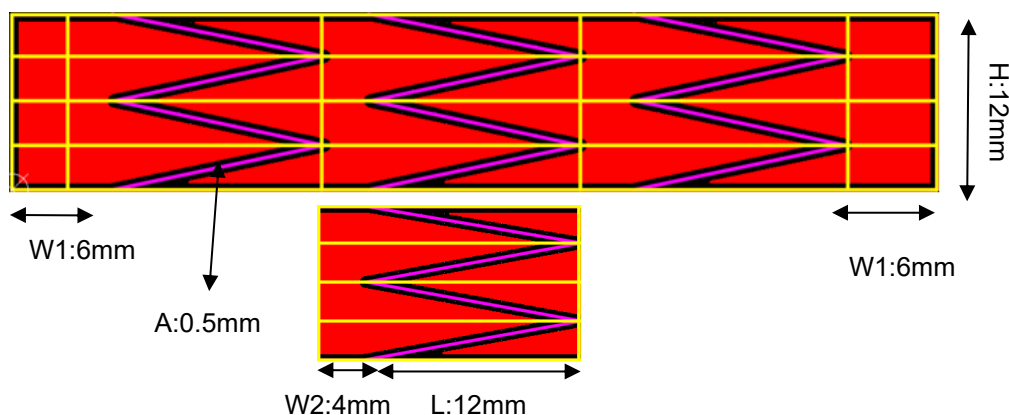


图 1.3 推荐的线性滑条模型

参数	最小值	最大值	建议
滑条两端长度(W1)	5mm	7mm	6mm
单个滑条段中心长度(W2)	3mm	5mm	4mm
不同滑条段的间隙(A)	0.5mm	2mm	0.5mm
滑条段的高度(H)	7mm	15mm	12mm
单个滑条段的长度(L)	9mm	15mm	12mm

表 1 推荐的线性滑条尺寸

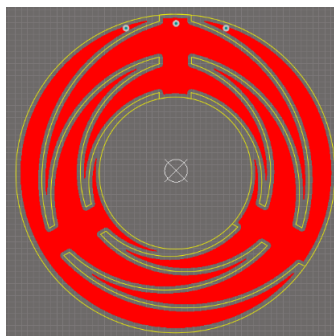
滑轮滑条感应 PAD 在 PCB 板上采用交互锯齿现状排布, 为了保证效果, 感应盘的宽度应小于一个手指的宽度(7mm~15mm)且感应盘之间间隙应该在 0.5mm 以上。布线时原则上感应盘底部不能有任何器件且禁止在感应盘周围平行走线, 尤其是高频信号线。用于滑轮滑条 TK 走线不能穿过其他滑轮滑条感应盘区域。

2.2.1 滑条感应盘 PCB 设计

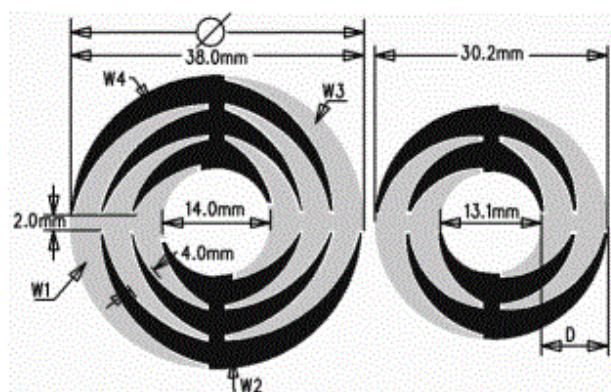
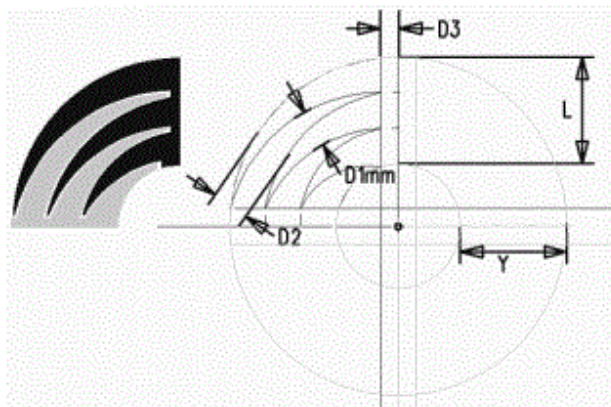
滑条使用的 TK 通道最少为 2 个。滑条总长度增加 10mm~20mm 建议增加一个 TK 通道, 每个锯齿相互咬合, 但是前后锯齿之间要留有过渡区域, 如图锯齿长度 12mm 而过渡区域取锯齿长度的 3 分之一也就是 4mm, 在滑条的最前和最后要留一个较大的过渡区域, 一般可取锯齿长度的 2 分之一为 6mm, 这两段留过渡区域目的是能更好的滑出最大值和最小值。

2.2.2 滑轮感应盘 PCB 设计

滑轮感应盘是环状的交互锯齿且每个感应盘形状保持对称, PCB 设计时每个感应盘中心过度区要大于 2mm, 所用 TK 通道数最小为 3。



设计方法 (如图, 实例为 4 通道滑轮): 首先根据滑轮的结构尺寸在 Drill Drawing 层画好滑轮的内外圆, 然后把环 L 三等分后画出滑轮一个通道二分之一的边框线, 其中 $D1=D2=4\text{mm}$, $D1$ 、 $D2$ 与环的宽度是 Y 的比例关系: $D/Y=1/3$, $D3=1\text{mm}$ 。在完成边框线后, 将边框线拷贝粘贴旋转 3 份就得到均匀对称的滑轮, 最后填充铜皮即可。

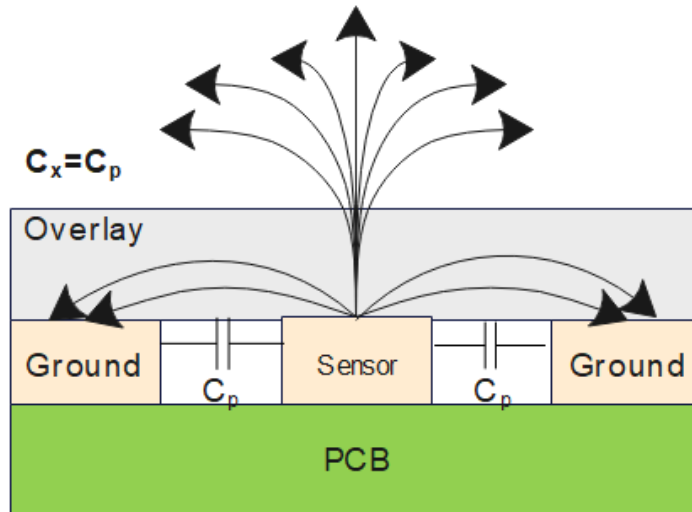


2.3 接近感应感应按键设计

2.3.1 电容式接近感应简单原理

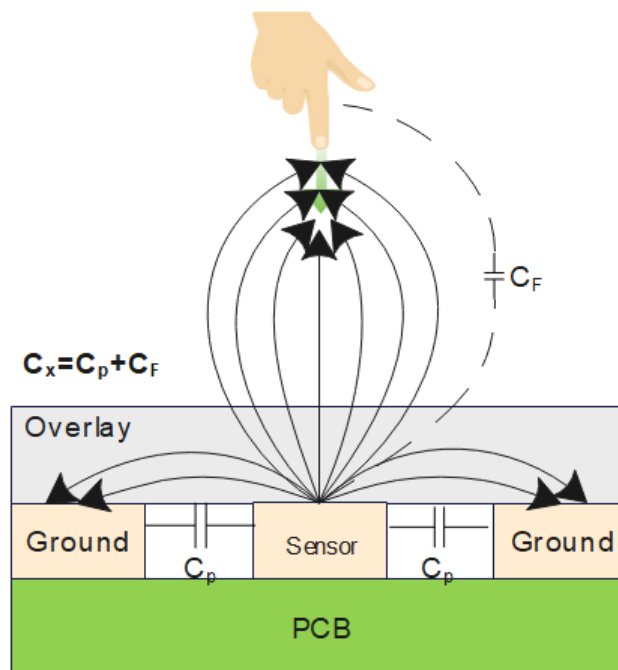
电容式接近感应技术涉及测量目标物体接近传感器时的电容变化，目标可以是人体或者任何导电物体。电容式接近感应可以使用导电物体做传感器(通常是铜和锡等)，电容式接近传感器通常位于 PCB 上。

当电容式接近传感器受到电压源激励时，传感器周围会产生电场，少量的电场线与附近的地面耦合，而大部分电场线则投射到附近的空间。



空置状态接近感应电场分布

当物体靠近接近感应传感器时，一些电场线与目标耦合并形成电容。电容的这种变化由电容电路测量，以检测接近的目标物体。



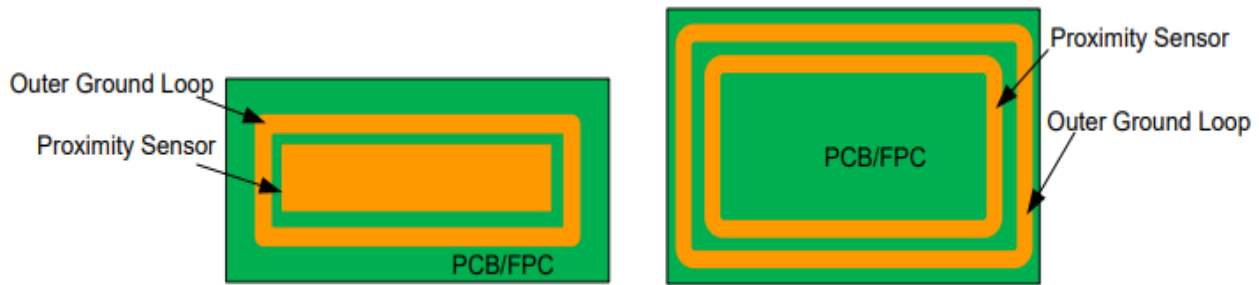
手接近状态接近感应电场分布

为保证远距离情况下接近感应通道的性能，应当减小接近感应通道上的寄生电容 C_P 。推荐使用线宽为 2-3mm 的环形闭合走线作为接近感应 TK 通道的感应线圈，感应线圈的面积要尽量大。

2.3.2 实现电容式接近感应的布局设计

实际应用中实现电容式接近感应是一个挑战，因为接近感应距离取决于各种因素，如传感器布局、噪声的存在、以及浮动或接地的导电物体等。

接近感应结构取决于应用和所需的接近范围。在近距离接近感应(最大接近距离为 3CM)的控制应用中，为了得到该接近距离，需要有小面积且实心填充形状传感器，对于要求更大接近距离的应用，则要使用器件周围的大型传感器回路，以便得到更大的接近距离。



PCB/FPC 上的接近传感器构建

注：图示中 **Outer Ground Loop** 接地回路，是用以提高对 **ESD** 事件的抗性，没有 **ESD** 需求请勿添加。添加 **Outer Ground Loop** 接地回路后，需要实测权衡接近范围、抗噪性以及 **ESD** 性能。

常见的接近感应传感器构造：

- (1) PCB 或 FPC 上的铜制走线：圆形或者方形等规则环形 PCB 或 FPC 走线可以作为接近传感器使用。

2.3.3 电容式接近感应线圈规格选择

接近感应传感器大小取决于各种因素，比如：所需接近感应距离、噪声源的存在以及悬浮或接地的导电物体。噪声源和悬浮或接地的导电物体会降低信噪比（SNR：信号强度与噪声强度的比值）和接近感应距离。

初步赛元给出的距离与线圈规格大小的关系如下：

假设接近感应线圈是规则的圆形回路（直径 $D1$ ）或方形线圈回路（对角线距离 $D2$ ）

接近感应约为 $D1/D2$ 的 1.5 倍感应距离。

但由于终端系统的复杂环境，同样的传感器大小也可能会获得不同的接近感应距离。

建议使用与所需接近感应距离相接近的最小回路直径（在圆形回路的情况下）或对角（在方形回路的情况下）开始进行环境实测。如果未能达到需要的接近感应距离，建议逐渐加大传感器回路直径或对角，直到获得所需的接近感应距离为止。

2.3.4 电容式接近感应 Layout 设计要点

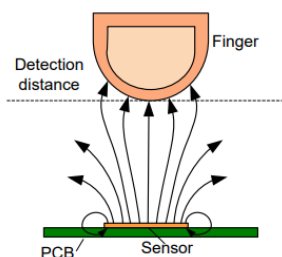
类别	详细信息	建议/备注
接近感应线圈	接近感应线圈形状	<ul style="list-style-type: none"> 在 PCB/FPC 上的空心圆形或矩形（弯曲边缘）线圈铜皮回路（感应距离需求大于 3cm） 实心填充的圆形或矩形（感应距离需求小于 3cm）
	接近感应线圈走线宽度	1.5mm~5mm（推荐 2-3mm）
	接近感应回路与接地回路的间隙 (有 ESD 需求需要注意，没有则忽略)	1mm~2mm

	视)	
	接地回路走线宽度 (有 ESD 需求需要注意, 没有则忽视)	1.5mm
	接近传感器的回路直径或对角长度	根据所需感应距离约为线圈回路直径或对角长度的 1.5 倍自行换算, 适当增加线圈大小留有余量
布局 and 走线	走线宽度	小于 0.25mm(10mil)
	走线布局	尽量将走线布在接近感应线圈侧面 (即推荐线圈内不走线/无其他器件时, 感应距离为最佳, 如果在线圈存在走线或器件, 将会降低距离, 具体影响程度需根据项目环境实测)。如将非 TK 走线穿过 TK 走线, 则应确保其垂直相交, 或者和 TK 走线间隔控制在 2mm 以上(任何时钟、数据或者周期信号走线都不能与接近感应线圈的信号走线相邻平行布设。这些信号线应当尽可能与接近感应线圈的信号走线垂直或者布设在 PCB 的其他区域。如果时钟、数据或任何周期信号走线确实需要与传感器的信号走线平行布设, 它们应当被布设在不同的层且不能重叠, 而其当尽可能地缩短信号走线平行部分长度)
	接近感应线圈信号走线过孔及连接位置	尽量减少走线长度, 过孔应在接近线圈边缘, 接近感应信号走线以垂直方式连接接近感应线圈
	串联电阻放置	建议 510 欧姆, 为实现噪声抑制, 应将串联电阻置于靠近芯片 IC 对应 TK 管脚的位置, 推荐距离小于 10mm。
	地/屏蔽覆铜	不建议敷地铜皮, 目的是为了减小寄生电容 CP, 提高灵敏度
覆盖层	覆盖层厚度和材料	覆盖层厚度和材料需要根据 PCB 布局和应用环境做具体评估, 需要使用非导体材料 (如玻璃、ABS 塑料等等)。

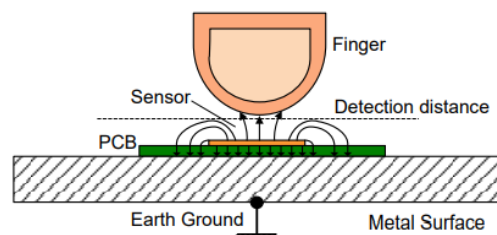
2.3.5 电容式接近感应应用环境注意

接近感应线圈附近禁止放置金属物体或者近地放置, 否则会降低灵敏度并降低感应距离。

因为金属或者地会捕捉部分电场, 增加寄生电容 CP, 从而降低手指所产生的电容, 缩短感应距离。



单个传感器的传播电场



单个传感器的传播电场 (存在地或者金属)

2.4 花架隔空触控感应按键设计

2.4.1 概要

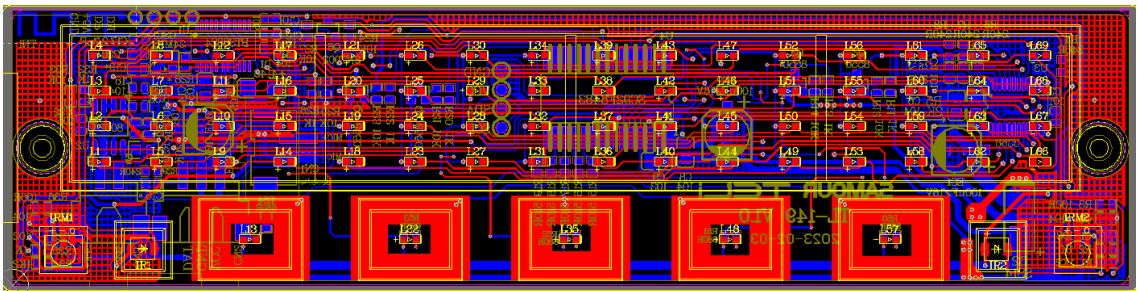
花架隔空触控感应是指在 PCBA 上画置 PAD，通过设计花架模具使模具与 PAD 紧贴，以填充触控感应 PAD 与面板之间的空气间隙。

赛元触控 MCU 内置高灵敏触控电路，可以检测到 0.1pF 级别的电容变化，但是由于空气的介电常数很小，所以为了防止面板与触控感应 PAD 间的空气间隙过大（超过 2mm），需要采用花架贴合触控感应 PAD 的方式来减小空气间隙，从而实现高达 6mm 的隔空距离，为 LED 灯的散光提供了足够的高度。

2.4.2 适用范围

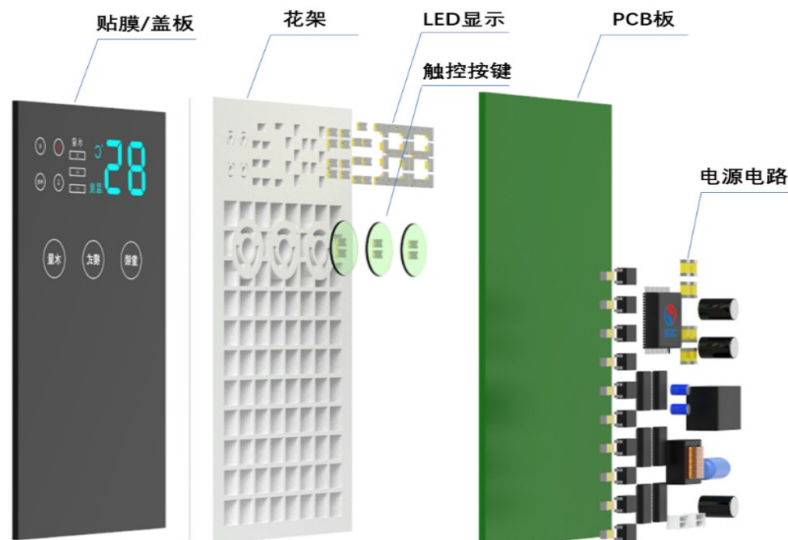
由于花架隔空触控应用同比弹簧触控应用变化量小很多，所以花架隔空触控应用会有一些的限制，需要满足以下基本条件才能使用花架隔空触控应用。

- 触控面板厚度为 6mm 以内玻璃面板，或者 4mm 以内亚克力/PP/ABS 等塑料材质面板；
- 触控感应 PAD 到触控面板下表面的距离不超过 6mm；
- 按键个数不超过 12 个；
- 按键区域的 LED 个数不能超过 2 颗，如果超过 2 颗 LED 则需要适当减少按键个数，确保按键个数不超过 6 个；
- 按键区域与主要显示区域分开，以确保按键区域不会有过多的显示变化，如下图所示，显示区域在上方，按键区域在下方，显示区域通过几十颗 LED 组合而成，按键区域使用 1 颗 LED 做按键指示。

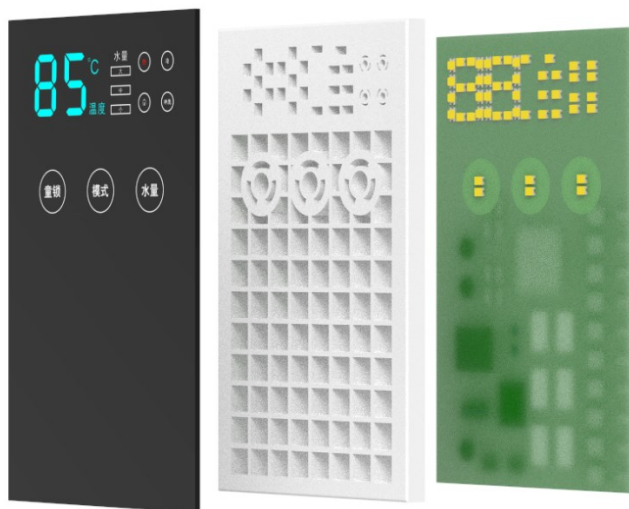


2.4.3 方案设计要点

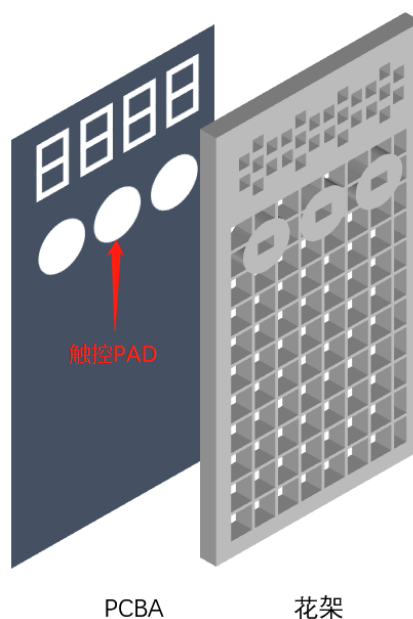
1. 体积较大的电源类元器件置于 PCB 的背面，PCB 正面放置 LED 显示和触控电路，可以有效降低 PCB 板与盖板之间的厚度，如下图所示，膜贴可以定制各种图案，结合不同颜色的 LED 灯珠，可以做到极好的显示效果，且成本低廉；



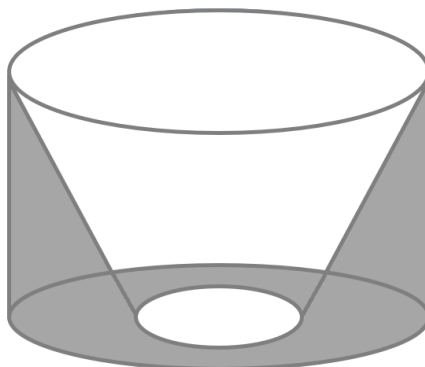
2. 使用成本更低，排列更灵活的 LED 灯组合替代数码显示屏，实现自定义的显示功能；



3. 触控按键处花架的设计需要使花架尽可能多的贴合触控感应 PAD，如下图所示，触控感应 PAD 为圆形，花架对应的按键区域仅留出 LED 显示挖孔，以保证花架最大程度的与触控感应 PAD 接触，减小触控面板与触控感应 PAD 直接的空气填充；



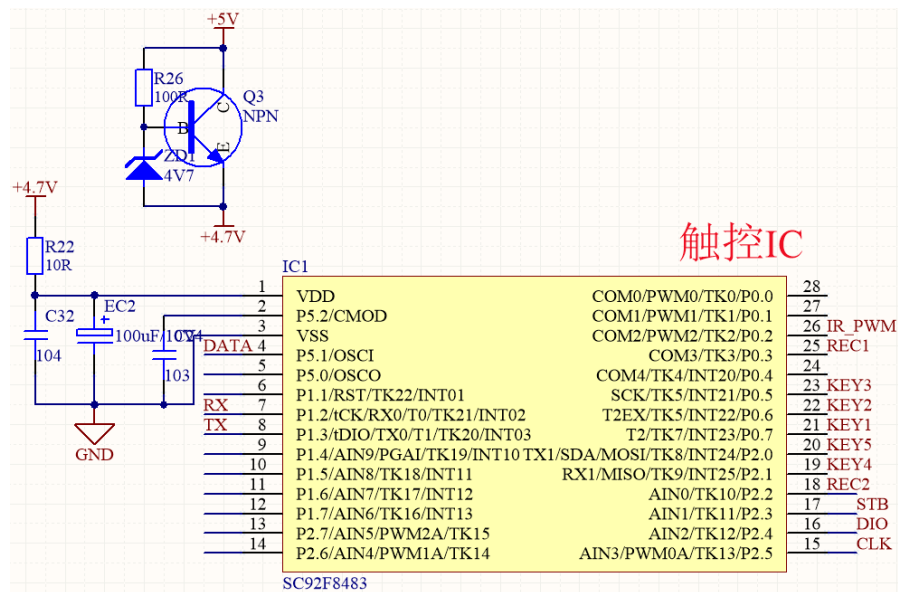
如果在实际项目中需要较大的按键显示区域，需要将按键区域对应的花架设计为喇叭状，如下图所示，即与触控感应 PAD 接触的花架下部设计为小开孔，以便于漏出 LED 灯，与触控面板接触的花架上部设计为大开孔，以便于 LED 照亮更大的面板区域，得到较大的显示区域，同时也确保了花架与触控感应 PAD 之间的接触面积；



4. 由于隔空应用下触控感应量远低于常规弹簧应用，需要提升触控检测灵敏度以获取较大的变化量，灵敏度的提升会导致触控 MCU 对电源电压比较敏感，所以需要将电流消耗较大的设备电源与触控 MCU 的电源分开，如果使用触控 MCU 的引脚直接驱动电流消耗较大的设备（如，LED 等），会导致触控 MCU 电源电压波动，提升花架隔空触控的实现难度，针对不同的 LED 驱动情况，推荐使用如下方案实现：

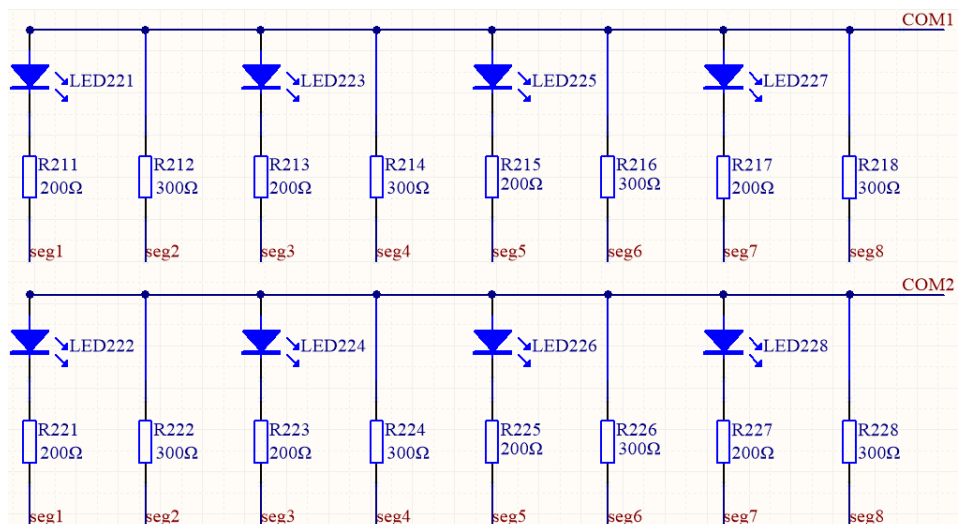
1) 使用显示驱动芯片驱动 LED 的场景

推荐使用恒流源显示驱动 IC（如 AiP3368/3358/3628 等）对 LED 进行驱动（不建议使用恒压源显示驱动芯片），恒流源驱动芯片与触控 MCU 之间通过稳压电路进行稳压，以确保在显示变化时 MCU 端的电压波动不超过 50mV，以避免显示变化对触控数据的影响；如下图触控 MCU 在三极管后级的 4.7V 处取电，并经过 100uF 以上的电解电容再接到触控芯片 VDD 处；其他器件，如显示驱动芯片、LED、红外管、蜂鸣器等器件在 5V 处取电；



2) 触控 MCU 直接驱动 LED 的场景

采用一颗 LED 多加一颗电阻进行电流补偿，使触控 MCU 在驱动 LED 亮灭时 MCU 端的总电流不变，从而保证 MCU 的电压稳定，如下图所示，每颗 LED 旁边都多了一颗电阻连接到 COM 口和 SEG 口，在进行显示时使 seg1 和 seg2, seg3 和 seg4, seg5 和 seg6, seg7 和 seg8 交替导通，比如当要点亮 LED221 时将 seg1 导通，同时将 seg2 关断，反之当要熄灭 LED221 时将 seg1 关断，同时将 seg2 导通，以确保总电流不变，其中电阻值可以根据实际情况选择合适的阻值，最终目的是使 LED 亮灭时触控 MCU 端的总电流保持不变，此方案同样适用于显示驱动芯片驱动 LED 的场景；



3) 对于需要调整显示亮度的场景

建议将需要调整亮度的 LED 平均分成 N 组（N 的取值根据需要的亮度决定），每段时间点亮其中一组，比如要实现 LED 的半亮显示，则将 LED 分成两组，前 10ms 点亮第 1 组同时熄灭第 2 组，后 10ms 点亮第 2 组同时熄灭第 1 组，这样既可以实现亮度调节，也可以保证在进行亮度调节时总电流不变，从而保证触控 MCU 的供电电压稳定；

4) 特定功能切换显示变化较大的场景

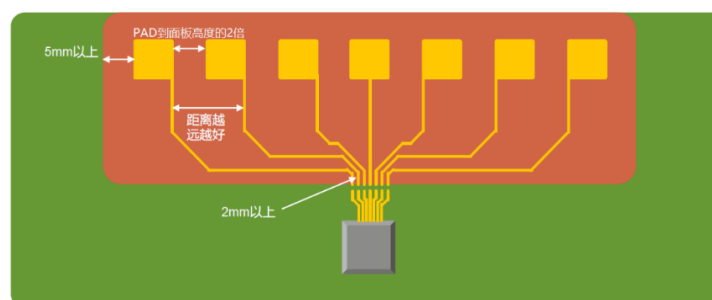
在某些场景下需要对 LED 状态进行全亮和全灭的切换，比如开关机时，需要进行全亮显示或者全灭显示，此时会使电源电压产生较大的波动，对于这类特定场景且已知的电压波动可以在电压产生波动后进行触控数据的基线更新，基线更新请调用 `void SetNeedUpdateBaseline(void)` 函数，此函数被封装在触控库中，调用时需要在对应文件内进行外部声明，调用一次就会进行一次全部按键的基线更新，注意一定不能随意调用此函数，需在电压突变并重新稳定在某个状态后进行调用；比如在 LED 由全灭变为全亮后，电源电压会降低，所以需要在 LED 全亮后电源电压已经降低到稳定值后进行调用。

注：以上措施无法尽数，需要在实际项目中灵活组合使用，方案核心是确保功率器件在状态切换时尽可能的保证总电流不变，以确保触控 MCU 端的电压波动较小。

5. 按键尺寸形状和走线

- 1) 推荐使用圆形或方形按键，最理想尺寸是 12*12mm~18*18mm，注意按键不应有尖角部分，尖角部分具有天线效应；
- 2) 如果想在按键中放置 LED 或其他元器件，请注意开孔尽可能地小，以确保在触摸按键时获得足够的电容变化量，LED 或其他元器件的走线不能与触控按键走线平行，且走线应尽可能地细，以减小元器件工作对触控的影响；
- 3) 触控按键与 MCU 引脚之间的布线要尽可能的短，触控按键走线之间的间距要尽可能的大，同时触控按键之间也应该保持足够的距离。因为，触控按键与 MCU 引脚之间的布线越长，越容易受到射频噪声的影响，而走线之间的距离太近，也会导致寄生电容的增加；

如下图是一个理想的触控按键布线示例，在示例中，触控周围没有放置其他引线，触控芯片放置在按键中间避免过长或过短的触控走线，此外，建议触控按键之间的距离保持在触控 PAD 至面板距离的 1~2 倍以上（包括花架厚度，面板厚度和空气厚度），以防止按键之间的串扰过大。



4) 触控按键的布线示例

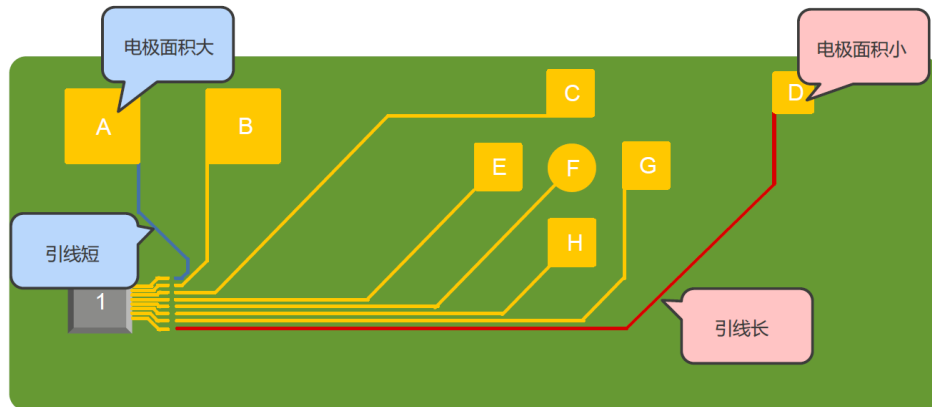
如下图为一个操作面板的布线示例，其中，触控按键被设置在 A~H 的位置，MCU 被设置在“1”或“2”的位置。当 MCU 被分别设置在位置“1”或位置“2”时，触摸键的灵敏度会受到不同的影响。



如下图当 MCU 被设置在位置“1”时，触控 PAD A 的两个正面条件（触控 PAD 面积大，触控走线短）重叠，触控 PAD D 的两个负面条件（触控 PAD 面积小，触控走线长）重叠。在这种情况下，触控 PAD A 的灵敏度会升高，触控 PAD D 的灵敏度会降低。

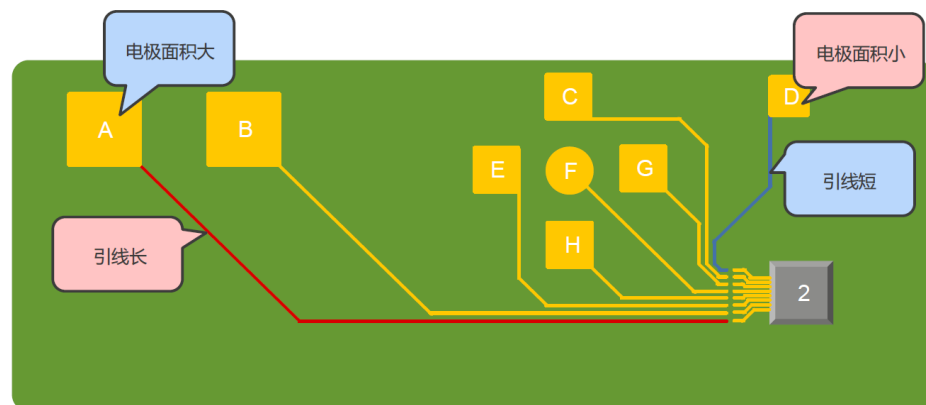
触控走线长，会带来以下 3 个风险。

- 如果触控走线长，引线会成为天线，触控 PAD 易受到射频噪声的影响，从而增加误操作的风险。
- 如果触控走线长，周围的引线和导体之间会产生更多的寄生电容，从而降低变化量。
- 在使用碳等具有高表面电阻的材料时，触控走线长会增加电阻值，从而降低变化量。



如下图当 MCU 被设置在位置“2”时，触控 PAD A 的正面条件（触控 PAD 面积大）和负面条件（触控走线长）相互抵消，触控 PAD D 的负面条件（触控 PAD 面积小）和正面条件（触控走线短）相互抵消。因此，和 MCU 在位置“1”时相比，触控 PAD A 的灵敏度会降低，而触控 PAD D 则能够抑制灵敏度的恶化。

所以，在设计触控布线时，要综合考虑各种因素，创建一个平衡的布局，从而避免触控 PAD 灵敏度的恶化。



布局规则快速检查表

序号	类别		最小值	最大值	推荐/备注
1	按键	形状	N/A	N/A	推荐圆形，其次方形。
		大小	5mm	15mm	12mm
		与 GND 覆铜的间隙	3mm	N/A	如果有覆 GND 铜，请保持推荐间距
2	滑条	滑条两端长度(W1)	5mm	7mm	6mm
		单个滑条段中心长度(W2)	3mm	5mm	4mm
		不同滑条段的间隙(A)	0.5mm	2mm	0.5mm
		滑条段的高度(H)	7mm	15mm	12mm
		单个滑条段的长度(L)	9mm	15mm	12mm
3	覆盖层	材料选择	N/A	N/A	介电常数 2.0-8.0 材料（导电材料除外） 常规触摸按键和外壳的覆盖层尽量不留空气间隙（除隔空感应应用外）
		触摸按键应用的面板厚度	N/A	5mm/8mm	非玻璃材料最大厚度应小于 5mm，玻璃材料最大厚度应小于 8mm。 触摸按键尺寸较大可增加覆盖层厚度
		滑条按键应用的面板厚度	N/A	5mm/8mm	非玻璃材料最大厚度应小于 5mm，玻璃材料最大厚度应小于 8mm。 触摸按键尺寸较大可增加覆盖层厚度
4	触摸走线	长度	N/A	200mm /50mm	对于标准的（FR4）PCB 板，长度为 200 mm 对于柔性 PCB 板，长度为 50 mm
		宽度	7mil	10mil	
		与其他网络走线间距	2mm	N/A	其他走线包括触摸走线和非触摸走线
		与其他器件和金属件	10mm	N/A	
		布线	N/A	N/A	非触摸走线穿过触摸走线时，应确保其垂直相交，走线转角不能小于 90 度。
5	过孔	数量	0	2	若超过过孔数量，应尽可能缩短走线
		大小	N/A	N/A	10mil
6	GND 覆铜	网格填充百分比	N/A	N/A	铺设网格地设置（7 mil 的线宽，45 mil 的空间）
7	触摸按键串接电阻	大小	510R	5.6K	510R
		放置位置	N/A	N/A	电阻放置在离触摸引脚 10 mm 的范围内
8	CMOD 电容	大小	N/A	N/A	103，精度 10%
		放置位置	N/A	N/A	电容放置在离 CMOD 引脚 10 mm 的范围内
9	104 电容/ 电解电容	放置位置	N/A	N/A	电容放置在离 VDD/GND 引脚 10 mm 的范围内 电源线和地线应先经过电容滤波（电解电容+104 瓷片电容）之后再分别接入 MCU 的 VDD 和 VSS 管脚，也可将电解电容换为钽电容，容值不小于 10uF

三 更改记录

版本	记录	日期
V1.9	1. 增加“花架隔空触控感应按键设计”章节	2023 年 5 月
V1.8	1. PCB LAYOUT 指南规范化	2022 年 10 月
V1.7	1. 调整文中格式规范化 2. 整合 10V 动态 CS 触控按键 MCU PCB 设计要点 3. 去除导电胶圈、平面管与触摸感应盘方案的 PCB 设计要点描述 4. 增添接近感应 Layout 相关	2021 年 11 月
V1.6	增加滑轮滑条感应盘的设计说明	2021 年 5 月
V1.5	增加触控电容相关说明	2019 年 1 月
V1.4	1. 增加带触控 LCD 屏幕设计说明 2. 增加弹簧触控方案说明	2018 年 4 月
V1.3	1. 修改格式 2. 增加导电胶圈、带触摸感应盘的显示屏、平面管与触摸感应盘相结合的方案的 PCB 设计要点描述	2017 年 4 月
V1.2	增加敷铜引出点说明	2016 年 11 月
V1.1	增加弹簧式感应盘说明	2016 年 10 月
V1.0	初版	2016 年 7 月

声明

深圳市赛元微电子股份有限公司（以下简称赛元）保留随时对赛元产品、文档或服务进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。赛元认为提供的信息是准确可信的。本文档信息于 2022 年 10 月开始使用。在实际进行生产设计时，请参阅各产品最新的数据手册等相关资料