



LT2305

電容式觸控螢幕控制芯片
Capacitive Touch Screen Controller

應用手冊
Application Note

V1.0

www.levetop.cn

Levetop Semiconductor Co., Ltd.

电容式触控螢幕控制芯片
Capacitive Touch Screen Controller

1. Pattern 设定

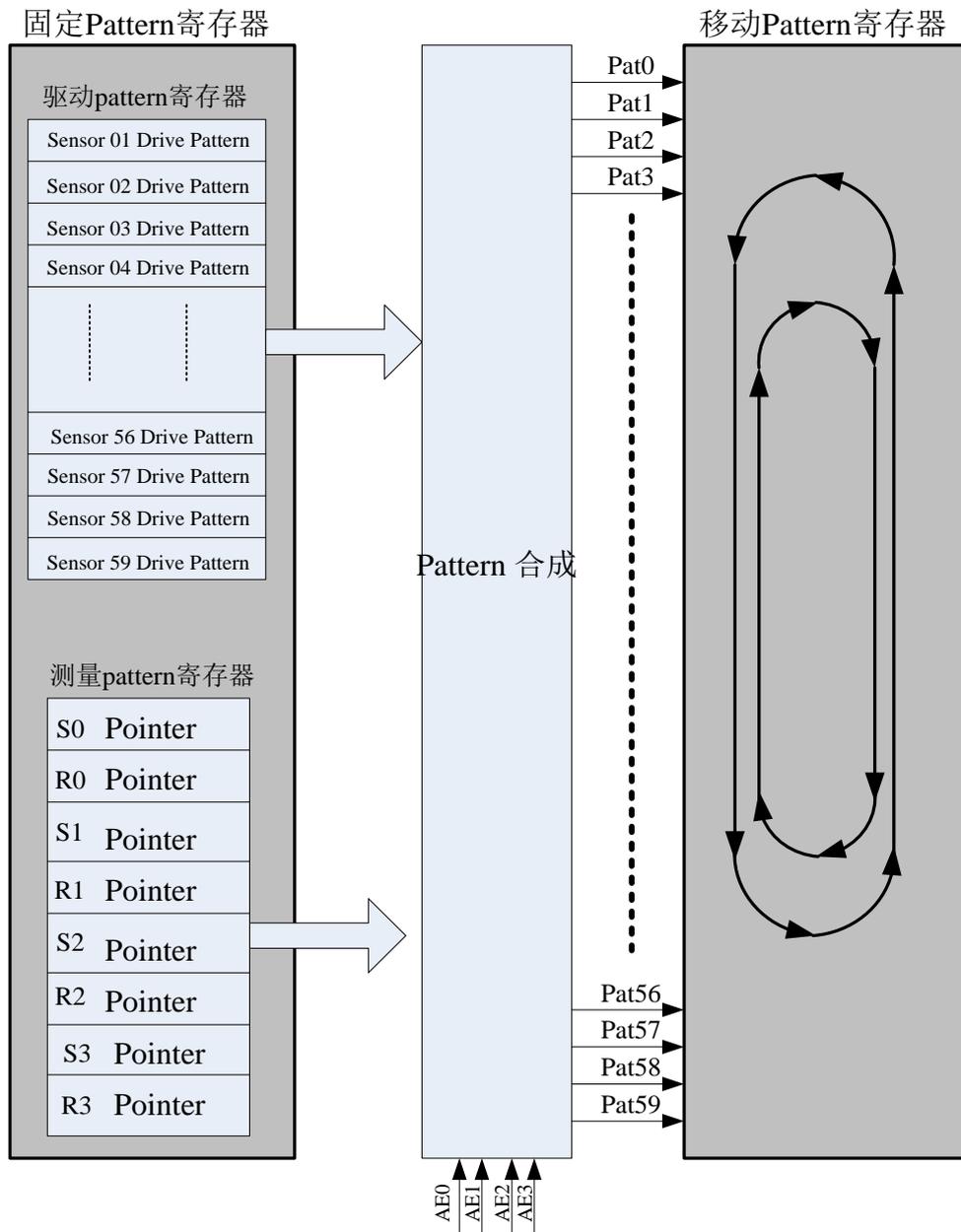


图 1: Pattern 寄存器结构

LT2305 的 Pattern 寄存器结构如图 1 所示。Pattern 设置时，先使用 Command 02~04 将设定值加载到固定 pattern 寄存器中，然后使用 Probe Command 将固定 Pattern 寄存器的初始设定值加载到移动 Pattern 寄存器中，使 Sensor 管脚的控制生效。

LT2305 将固定 Pattern 寄存器的内容分为两种，驱动 Pattern (Drive Pattern) 和测量 Pattern (Measurement Pattern)，进行分别存储。驱动 Pattern (Drive Pattern) 的定义如下表：

表 1: 驱动 Pattern 的定义

TX1~0	Sensor Pins
00	GND
01	Lift positive
10	Lift Negative
11	Floating

LT2305 使用 Command 02 指定从 Tstart5~0 开始到 Tend5~0 结束的 Sensor 管脚驱动 Pattern 设置值。执行 Command 02 后，驱动 Pattern 寄存器的指定连续区域内容将会被修改，未指定位置的驱动 Pattern 寄存器内容将会保持。

LT2305 使用 Command 03 和 Command 04 修改测量 Pattern 寄存器内容。PS1~0 定义了测量 Pattern 的设置模式：00 代表需要使用 Command 04 对四个测量单元的对应测量端子进行逐个指定，由 Command 04 的参数 AA 和 SA5~0，RA5~0 标记去修改特定的测量单元测量端子位置指针。01~11 代表可以一次指定 2/3/4 个测量单元的对应测量端子位置指针，例如，假设 PS=01，代表可以一次指定 2 个测量单元 (CDC0, CDC1) 的测量端子位置指针，修改测量 Pattern 寄存器时，只需要设定 SAofFset 和 RAofFset 值，并将 Command 04 的 AA 置位 00，并给定 SA 和 RA 作为基址，S0/R0/S1/R1 Pointer 将会被修改（详见 Data Sheet 说明）。

驱动 Pattern 和测量 Pattern 在进入移动 Pattern 寄存器之前要经过 Pattern 合成操作。LT2305 的驱动 Pattern 相比于测量 Pattern 具有较低的优先权，如果同一个 Sensor 管脚地址即设定了驱动 Pattern，也设定了测量 Pattern，则 Pattern 合成时测量 Pattern 设定将会覆盖驱动 Pattern，除非使用开关 AE0, AE1, AE2, AE3 关闭指定测量单元的 Pattern 设定。如果 AE0/1/2/3 设定为 0，表明指定测量单元的测量 Pattern 在 Pattern 合成时无效，设定的测量 Pattern 将不会覆盖对应位置的驱动 Pattern。否则，设定的测量 Pattern 会在指定位置覆盖对应位置的驱动 Pattern 设定。

LT2305 不允许测量 Pattern 的 8 个地址指针重合，即不允许将同一个 Sensor 管脚连接到超过两个以上的测量端子。如果测量 Pattern 的 8 个地址指针任意两个出现地址重合，Pattern 合成的结果将会发生错误，重合地址的 Sensor 管脚将会 Floating。

2. 2 点测量 Chop 产生及 Pattern 控制

当 LT2305 的 ME=1 时，将会执行点测量模式。为了提高测量的准确性，LT2305 应用时推荐每个点测量过程执行两次重复互补极性测量，一个正极性测量和一个负极性测量，最终测量结果为正极性测量和负极性测量结果的均值。

LT2305 点测量的极性控制由内部的 Chop 信号控制。当 ME=0 或 CSB=1 时，Chop 信号自动恢复到 0 状态；当 ME=1，且 CHOPE=1 时，每次执行 Probe Command 将会触发 Chop 信号的一次翻转。当 ME=1，且 CHOPE=0 时，每次执行 Probe Command 将不会触发 Chop 信号的翻转，CHOP 信号保持。

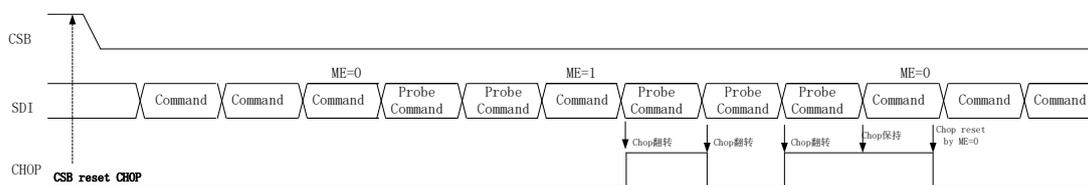


图 2: Chop 信号

如图 2 所示，CSB=1 会将 Chop 信号自动复位到 0；加载 ME=0 信号，Chop 也会自动复位到 0；ME=0 时，Probe Command 无法翻转 Chop 信号；当 ME=1，且 CHOPE=1 时，每次执行 Probe Command 将会触发 Chop 信号的一次翻转。当 ME=1，且 CHOPE=0 时，Chop 信号保持。

由于 Chop 信号的翻转不会对 Pattern 的 Shift 过程产生影响，程序设计时应当避免 Pattern 的自动 Shift。

3. Pattern 循环

LT2305 的 Pattern 循环可以分为 X, Y 两段, 由 CF 位标记。PKG1~0 标记了 LT2305 的封装形式。SADDR5~0 标记了 Pattern 分段的位置。

LT2305 规定, CF 为 1 时, 从 T0 到 SADDR5~0 标记的 Sensor Pin 为 X 循环段。从 SADDR5~0+1 到 T59 为 Y 循环段。按照 PKG1~0 的定义, SADDR5~0 必须设定在有效的 Sensor Pin 上, 如果将 SADDR5~0 定义到 PKG1~0 未定义区域, Pattern 的 Shift 将会发生混乱。

表 2: Pattern 循环

PKG1~0	Model / Package	Sensor Pins
00	LT2305A (QFN-68Pin)	T0~T59
01	LT2305J (QFN-68Pin)	T5~T52
10	LT2305B (QFN-56Pin)	T2~T17, T22~T35, T40~T59
11	LT2305C (QFN-48Pin)	T3~T15, T22~T33, T42~T58

当 CF=0 时, LT2305 将不会对 Pattern 进行分段, 由 PKG 定义的所有 Sensor Pin 都会参与 Pattern 的 Shift 动作。

LT2305 的 Pattern 循环模式分为加载、保持、移动+、移动- 四种模式。由 S1~0 和 PRM1~0 定义和控制。

4. 测量方法

4.1 线测量

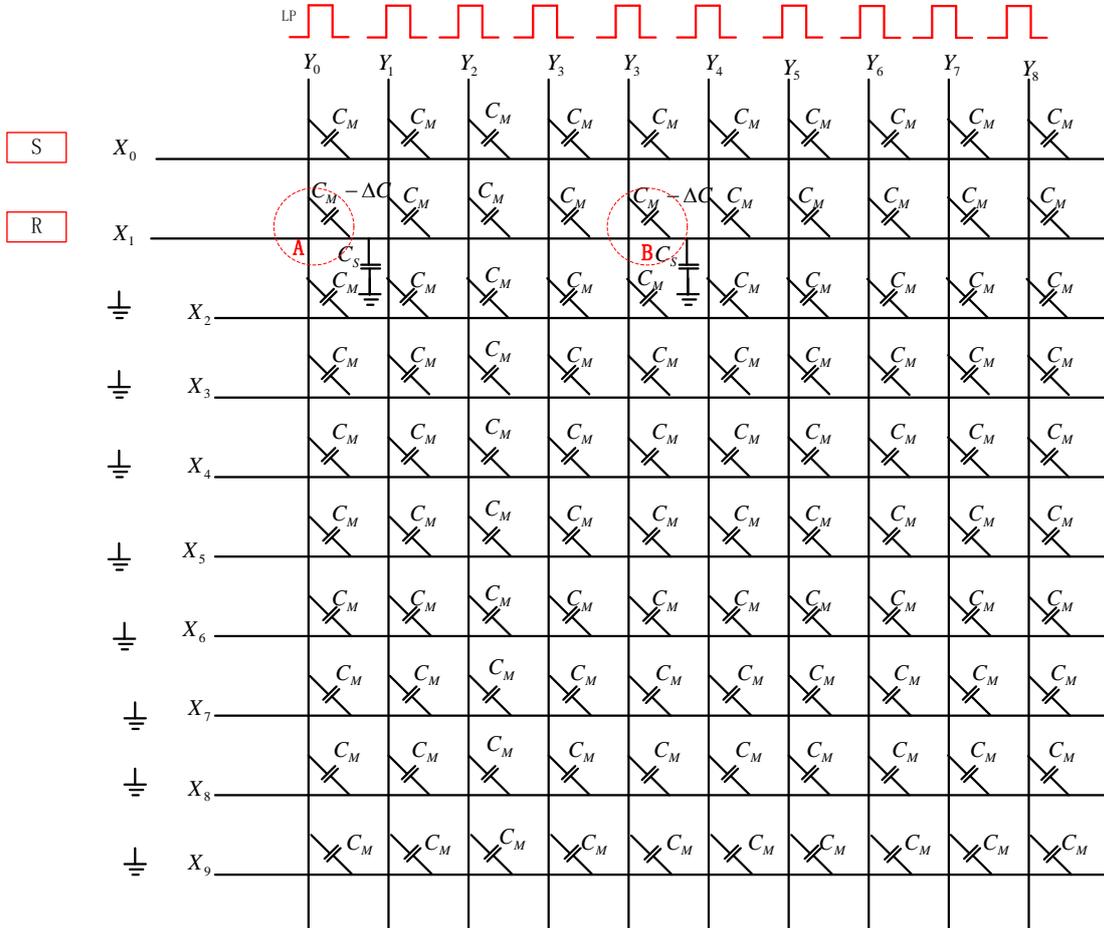


图 3：线测量

全驱动，以执行线测量。

执行 X 方向线扫描和 Y 方向线扫描，以实现触摸区域的估计。

4.2 线测量

4.2.1 差分点测量 (ME=0)

(1) 利用 CVS 方法的差分点测量实现

参照 5.2 描述的 CVS 方法差分点测量实现。

(2) 采用互补测量的差分点测量实现

互补测量的差分点测量实现，需要采用如下三个步骤。假设要测量 (X0, Y0) 和 (X1, Y0) 交叉点的互电容变化：

Step1: 如图 3 所示的全驱动线测量，获得 X0 和 X1 的线测量结果。

Step2: 如图 4 所示的驱动方法，获得 X0 和 X1 的差分测量结果。

Step3: Step1 和 step2 的测量结果相减，获得 (X0, Y0) 和 (X1, Y0) 交叉点的互电容变化测量结果。

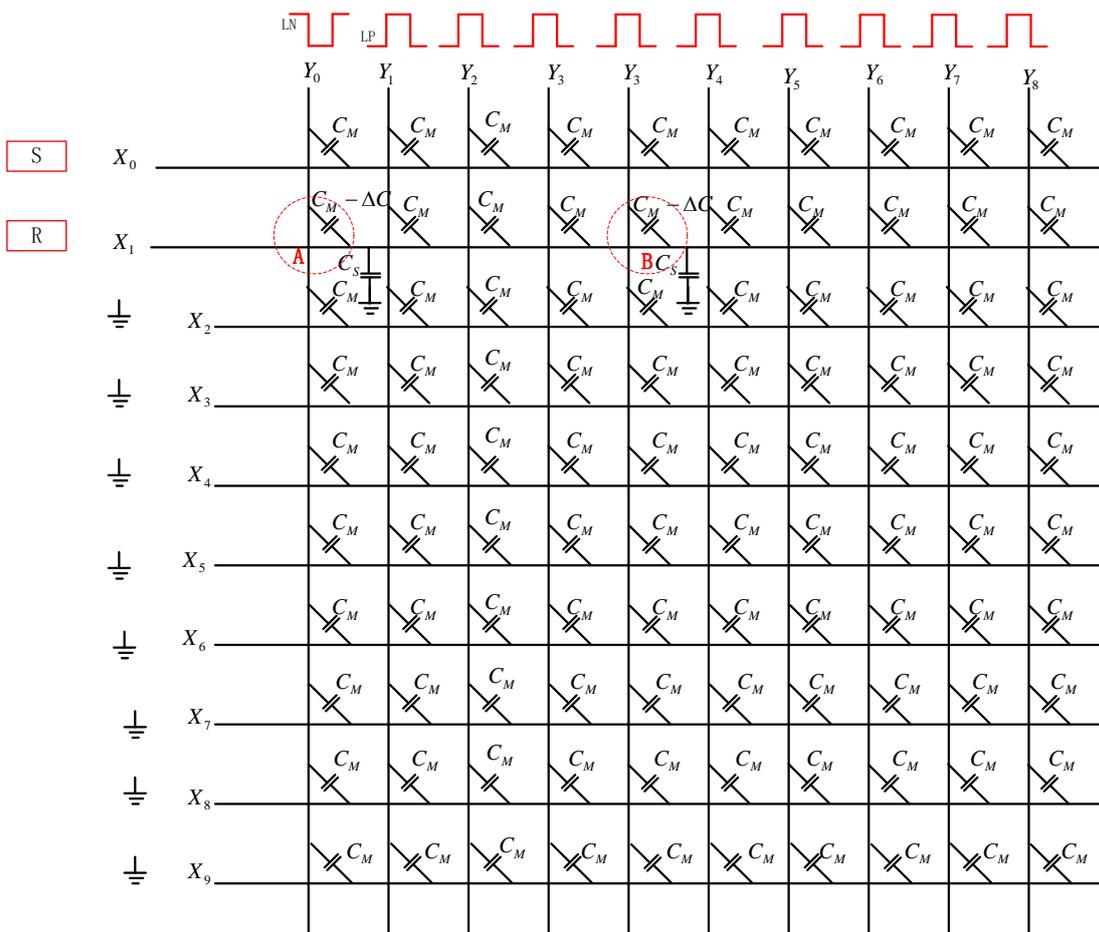


图 4：差分点测量

4.2.2 单端点测量

ME=1 的单端点测量

5. 内部电容

LT2305 内嵌 6 个可自由编程电容 (TECap0, TECap1, TECap2, TECap3, TECap4, TECap5), 用于支持 TSP 边缘失配补偿 (TEC), 共模电压变动削减 (CVS), 测量数据的超界处理 (测量数据的比例缩减) .

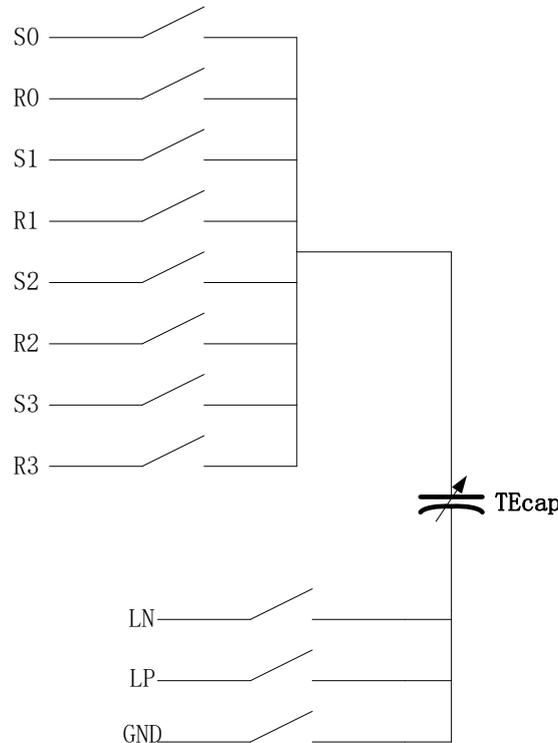


图 5: 可自由编程电容

TECap0, TECap1 的最大值为 6pF, 调节步长为 0.4pF.

TECap2, TECap3, TECap4, TECap5 的最大值为 12.4pF, 调节步长为 0.4pF.

LT2305 的内部的 6 个内嵌电容独立控制, 使用时, 任何电容都可以独立按照两种模式操作: 自动模式和编程控制模式, 自动模式和编程控制模式使用 ASRE*位区分。

编程控制模式下, TECap*的上下极板连接由程序员使用 TC*_TC2~0 和 TC*_BC1~0 直接控制。TC*_TC2~0 确定将 TECap 的上极板连接到 8 个测量端子 (S0, S1, S2, S3, R0, R1, R2, R3) 的任何一个上。TC*_BC1~0 确定 TECap*的下极板的驱动信号, 允许使用 GROND, LP, LN 和 floating 四种驱动模式。

自动模式下, TECap*的上下极板连接由 LT2305 自动控制。此模式下, LT2305 会将 TECap*电容并联到 CDC 测量电容上, 为测量结果自动增加一个 Offset 量。对于大尺寸面板, 如果出现测量信号超过量程的情况, 建议使用内部电容的自动模式增大测量范围。

使用自动测量模式时, TC*_TC 寄存器的最高两位指定了连接测量单元 (00, 01, 10, 11 分别代表指定连接到 CDC0, CDC1, CDC2, CDC3), TC*_TC 寄存器的最低位, 以及 TC*_BC1~0 位由 IC 内部自动产生。自动模式下所产生的测量 Offset 量由 TECap* 的 TC54~0, TC44~0, TC34~0, TC24~0, TC13~0, TC03~0 来指定

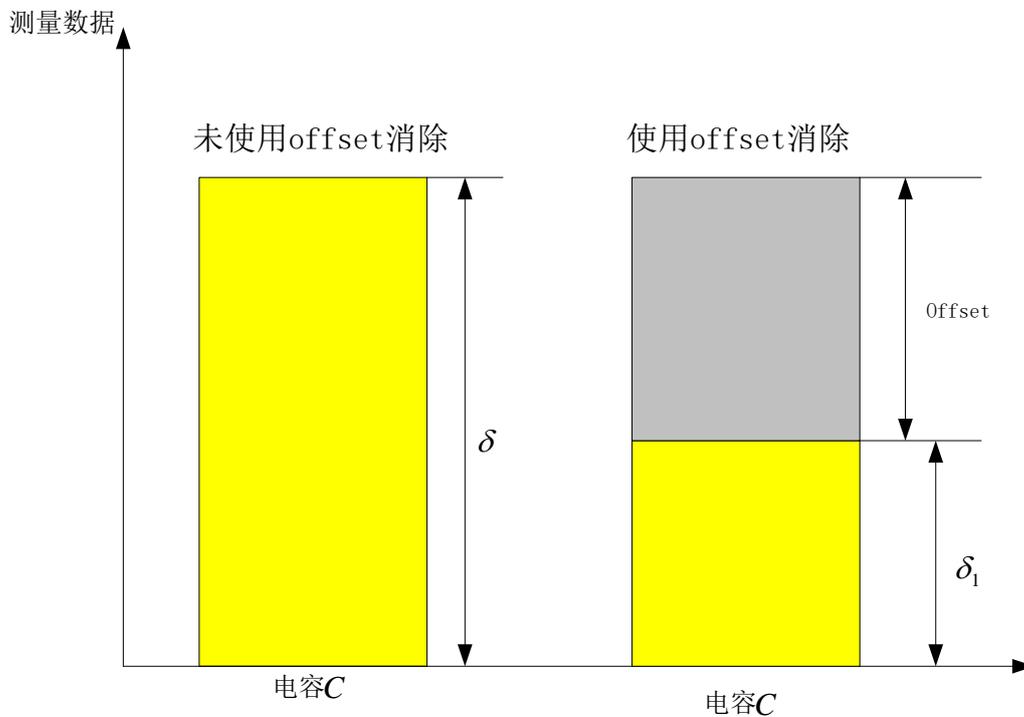


图 6: 使用 Offset 消除技术的差异

如图 6 所示, 对于待测量电容 C , 不使用 Offset 消除技术的情况下, 测量结果为 δ , 当使用了自动模式的 Offset 消除功能后, 测量结果 $\delta_1 = \delta - offset$

自动测量模式的 Offset 消除功能, 可以调整 LT2305 的测量区间和测量范围。如图 7 所示, 当 GS=1 时, LT2305 的测量范围是 -8.2pF~8.2pF, 信号分辨率是 8.1fF。当增加了 Offset 量后, 信号的测量范围会移动到 - (Offset+8.2pF) ~ -Offset, 以及 Offset ~ Offset+8.2pF 之间的区段, 在中间 -Offset~Offset 的区域会产生测量盲区, 即强度小于 Offset 的信号 (或噪声) 将会被忽略。

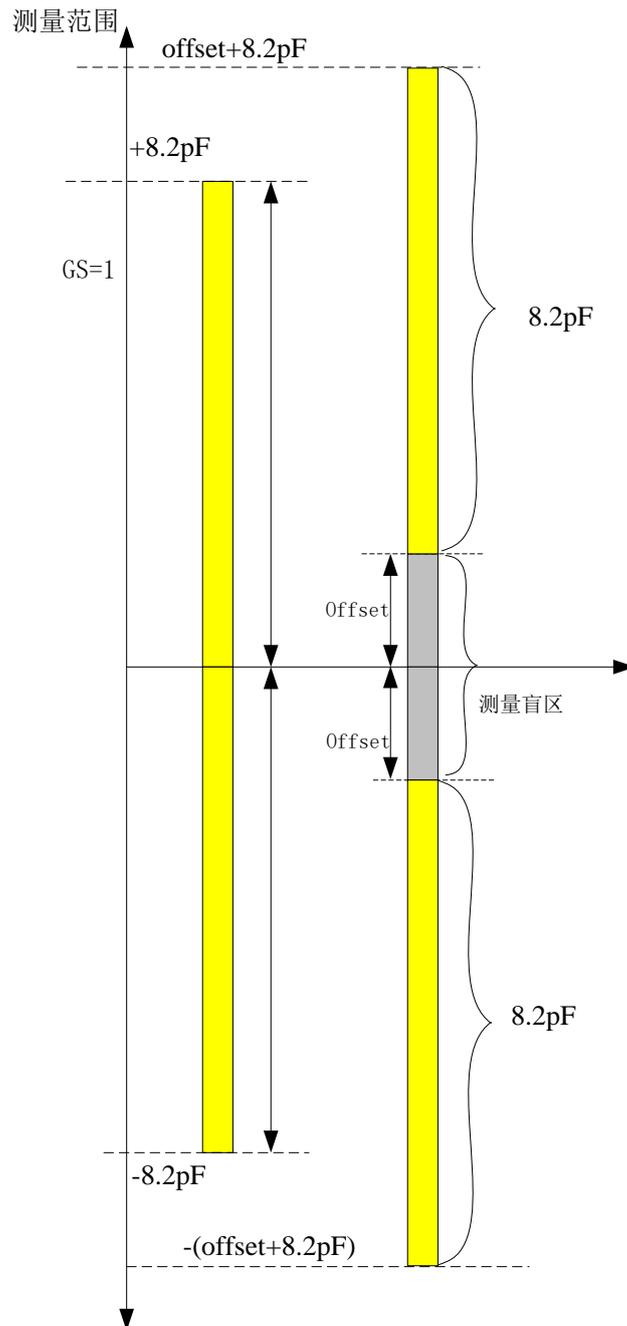


图 7: LT2305 的测量区间和测量范围

5.1 TSP 边缘失配补偿 (TEC)

自电容补偿。

(1) 使用自动测量模式进行边缘补偿

设置 TC*_TC 寄存器的最高两位指定测量单元连接, 使用 TC*4/3~0, 来指定 Offset 量。设置 ASRE* 为 1 进入自动测量模式。

设置 TC*_EN, 决定下一 Probe 命令执行时 TEcap*电容设置是否有效 (TC*_EN 开启时, 自动测量模式才会有效)。

(2) 编程控制模式进行边缘补偿

编程控制模式下, 作为 TSP 边沿补偿时的使用方法:

- 设置 TC*2~0 设置 TEcap*电容的值。
- 设置 TC*_TC2~0, TC*_BC1~0 位, 将 TEcap 电容的上下极板分别连接到 CD0, CD1, CD2, CD3 需要补偿的测量端子上。
- 设置 TC*_EN, 决定下一 Probe 命令执行时 TEcap*电容是否执行补偿操作。

5.2 共模电压变动削减 (CVS)

共模电压变动削减功能一般用于差分点测量时的自电容干扰问题的抑制。利用与面板交叉点电容互补的驱动模式，避免测量时的共模电压变化量，从而使测量结果仅对差分互电容变化敏感。

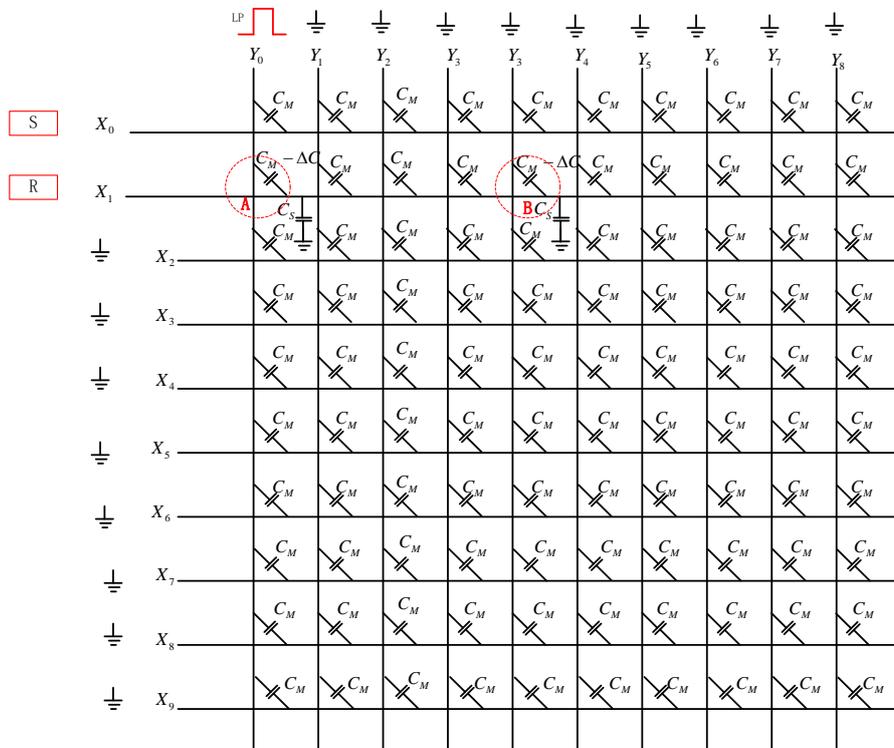


图 8：两个手指触摸点范例

如图 8 所示，面板上存在 A 和 B 两个手指触摸点，它们作用的结果是使 (X1, Y0) 和 (X1, Y3) 的交叉点互电容减少 ΔC ，同时在两个交叉点处使 X1 电极的自电容分别增加 C_s 。

假设 $ME=0$ ，如果希望测量 (X0, Y0) 和 A 触摸点 (X1, Y0) 的互电容差分信号，且采用图 8 的驱动方法，则 B 触摸点变化的电容会影响到 A 点的测量结果。分析原因，当采用 LP 将 Y0 电极拉起时，信号通过 (X0, Y0) 和 (X1, Y0) 交叉点的互电容，注入到 S 和 R 线，当 S 和 R 线电压升高时，电荷会向 X0, X1 与 Y1~Y8 的交叉点互电容 (按照图 8 所示连接方法，实际是自电容) 注入。由于 (X1, Y3) 和 (X0, Y3) 由于 B 触摸点的存在，自电容值并不相同，所以采用上述方法测量 (X0, Y0) 和 (X1, Y0) 交叉点信号时，会混合 B 点的触摸信息。

如何避免 A 信息测量时 B 点的影响，LT2305 推荐采用 S 和 R 线共模抑制 (CVS) 的方法。如图 9 所示，设置两个内部 TEcap，TEcap 采用与外部驱动互补的驱动方式，图 9 可以看出，TEcap 采用 LN 驱动，Y0 电极使用 LP 驱动。工作时，TEcap 与 C_M 互补驱动，使得 S 和 R 线的共模电压变化很小 (比不加入 TEcap 前小很多)，由于 S 和 R 线的共模电压变化减小，信号通过 (X0, Y0) 和 (X1, Y0) 交叉点的互电容，主要注入到了内部 CDC 的测量电容阵列中，而不是流入到

面板上的其它交叉点电容，从而使 B 点触摸的信号对 A 点的测量结果影响减小。

理论上，当 T_{Ecap} 与 C_M 越接近，S 和 R 线的电压波动越小，B 点对 A 点的测量结果影响越小，同时 S 和 R 线的电压波动减小，信号主要流入到 CDC 的测量电容阵列中，测量信号的幅度也会增大，在信噪比不变的情况下，噪声也会增大。

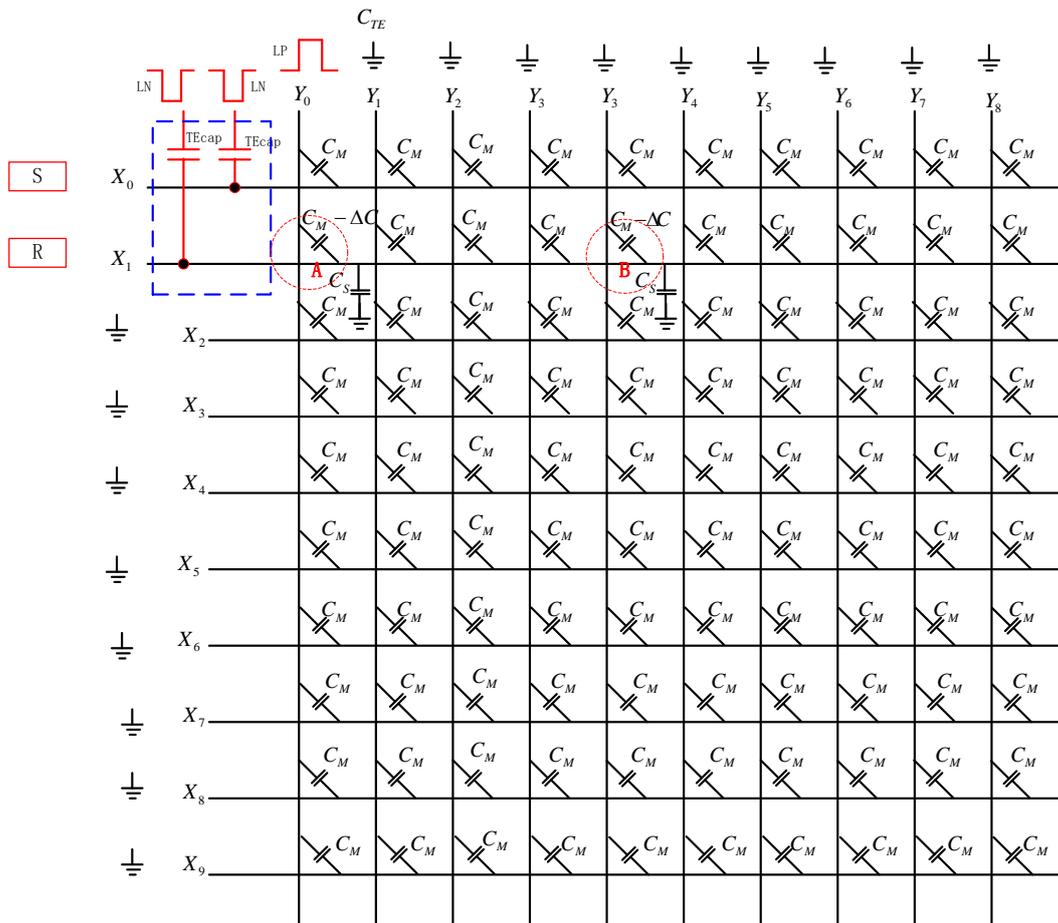


图 9：采用 S 和 R 线共模抑制 (CVS) 的方法

作为 CVS 应用时的使用方法：

CVS 调节电容需要成对作用于单个 CDC 单元的 S 和 R 线。

- (1) 设置 $TC^*2\sim 0$ ，设置两个 T_{Ecap}^* 电容的值。
- (2) 设置 $TC^*_TC2\sim 0$ ，将两个 T_{Ecap}^* 电容的上极板分别连接到选定 CDC 测量单元的 S 和 R 线。设置 $TC^*_BC1\sim 0$ 位，设置两个 T_{Ecap}^* 电容的下极板驱动相同，并且与外部驱动波形相反。
- (3) 设置 TC^*_EN ，决定下一 Probe 命令执行时 T_{Ecap}^* 电容设置是否有效。

5.3 测量数据的超界处理 (测量数据的比例缩减)

如果驱动方向电极的设置数量过少，很容易出现测量结果越界的情况。

如图 10 所示，假设 Y 方向为驱动电极，X 方向为测量电极。驱动信号施加在 Y0 电极，测量 (X0, Y0) 和 (X1, Y0) 点的差分信号。

设置 ME=0 测试模式，假设手指触摸产生的 (X1, Y0) 交叉点互电容为 ΔC ，理论测量数据约为 $\frac{\Delta C}{C_M} \times (C_M * n)$ ，n 为驱动方向电极的数目。

例如，假设图 10 中的 $C_M = 2\text{pF}$ ， $\Delta C = 1\text{pF}$ ，则 ME=0 测试模式的理论结果应当是 9pF 左右，超过了 LT2305 内部测量电容的上限 (8.2pF)。

对于大尺寸面板，由于驱动电极的数目可能较多 (n 的值很大)，即使非常小的 ΔC 变化量，测量结果极容易超界 (达到或超过内部电容上限)。

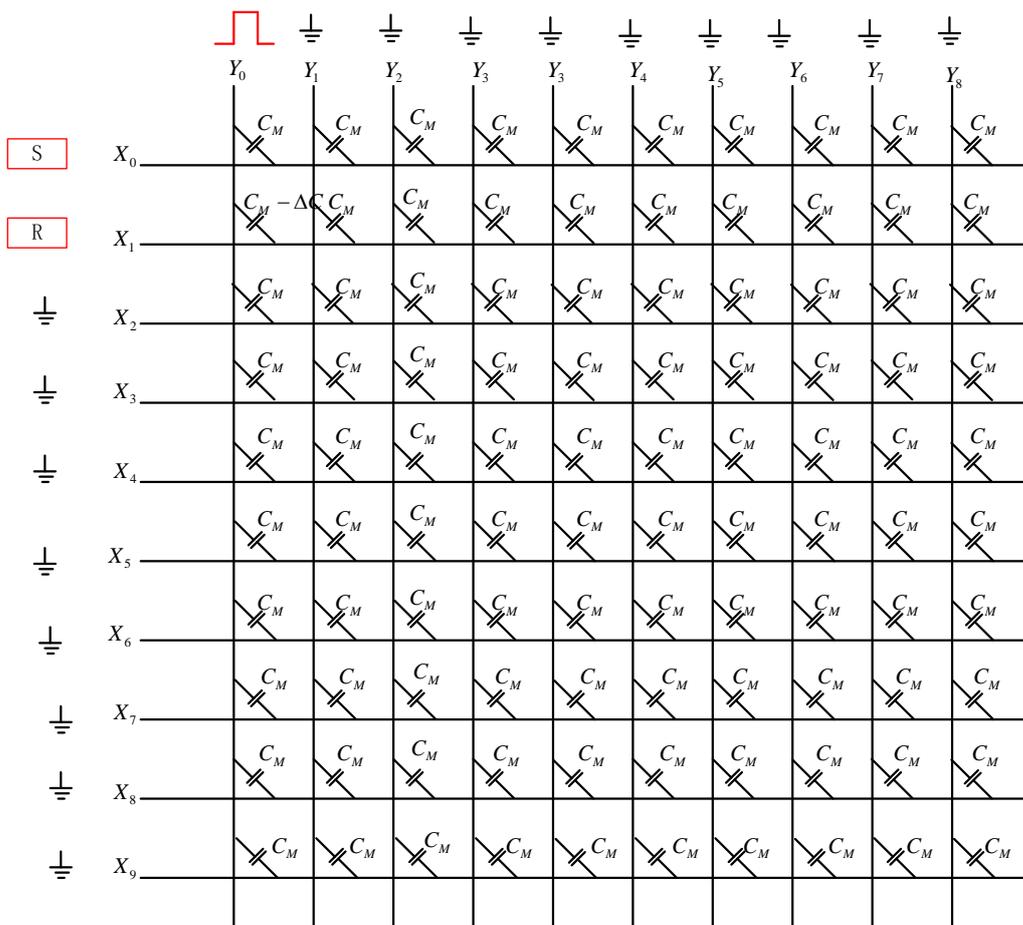


图 10: 测量数据的超界说明

对于上述情况，LT2305 推荐使用内部电容缩减测量数据比例。如图 11，在内部测量 S 和 R 线上分别使用 TEcap 并联两个与外部电容同等方向的驱动电容，等比例缩减互电容 ΔC 的测量数据。

假设 TEcap 的设置容值容 C_{TE} ， ΔC 的理论测量数据约为 $\frac{\Delta C}{C_M + C_{TE}} \times (C_M * n + C_{TE})$ 。

例如，假设 $C_{TE} = 2\text{pF}$ ，则理论结果应当是 5pF，数据缩减一半左右。

注意：使用上述比例缩减方法，不会影响到自电容测量结果，仅对触摸引发的互电容变化测量结果有影响。

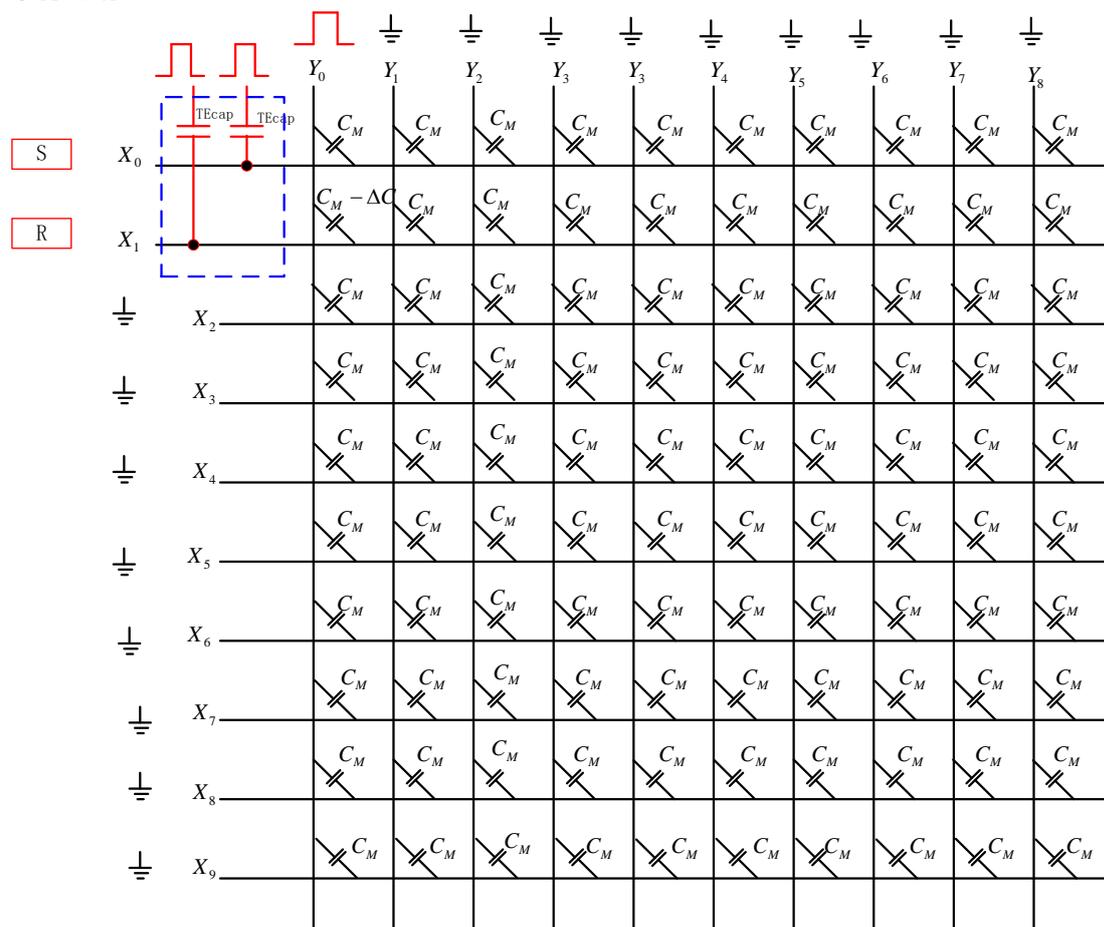


图 11：使用内部电容缩减测量数据比例

5.4 内部电容对测量的影响

正常测量时，为了避免连接内部电容引入的额外误差，不使用内部电容器时，应当使用 TC*_EN 信号关闭电容阵列。

注意：为了避免内部电容引入测量误差，同一个 CDC 单元的 S 和 R 线混合使用 TC*_EN=0 和设置 TC*=00000 来关闭电容阵列**是不被允许的**。应当同一使用 TC*_EN=0 来关闭电容，以保持寄生平衡。

5.5 接近传感器功能

LT2305 的 TECap0, TECap1, TECap2, TECap3, TECap4, TECap5 可以组合产生 2 个电容桥，使用该电容桥，可以直接测量电极，或多个电极的自电容变化。上述自电容测量功能，可以支持 LT2305 原有的线扫描功能，理论上也可以支持基于自电容的接近传感（即可以测量手指的接近且非接触行为）。

6. Probe 指令

LT2305 使用 Command 0C 配置 Probe 指令的格式和初始化 Probe 指令。

Probe 指令的格式: LT2305 支持可变长 Probe 指令格式, PCL1~0 定义了 Probe 命令长度, Probe 指令最长包含 4 个数据包, 最小包含 1 个数据包。PB101~0, PB111~0, PB121~0, PB131~0 用于定义 4 个数据包分别对应的测量单元输出。

初始化 Probe 指令: PRM1~0 定义循环 Pattern 循环范围: CF=1 时, 指向活动 Pattern 组 (X 段, Y 段, X+Y 段); CF=0 时所有有效 Pattern 均循环。S1~0 定义了活动 Pattern 组运行模式 (加载, 保持, 移动)

Probe 指令: Probe 指令允许修改 S1~0, PCL1~0, PRM1~0, TC0_EN, TC1_EN, TC2_EN, TC3_EN, TC4_EN, TC5_EN 位。S1~0, PCL1~0 定义了下一个 Probe 指令的 Pattern 移动模式和命令长度。PRM1~0 定义了下一个 Probe 指令的活动 Pattern 组。TC0_EN, TC1_EN, TC2_EN, TC3_EN, TC4_EN, TC5_EN 定义了下一个 Probe 指令是否允许连接相应的电容进行补偿和共模电压调节。

7. 测量精度选择

LT2305 允许使用 AS1BY 控制前置放大器的测量灵敏度。当 AS1BY=0 时, LT2305 进入高精度测量模式, 测量精度会提高, 功耗会增大。当 AS1BY=1 时, LT2305 进入低精度测量模式, 测量精度会下降, 功耗会减小。

对于大尺寸面板, 建议使用高精度测量模式。

8. 共模选择 (PL)

LT2305 需要使用软件方式选择共模输入范围。PLB=1 时, 适合于输入信号共模电压较低的测量应用。PLB=0 时, 适合于输入信号共模电压较高的测量应用。

由于 LT2305 采用的可编程的驱动模式, 程序员可以自由设定驱动电极的数量和模式, 可能导致不同应用情况下, 输入信号 (S 和 R) 的共模电压变化较大, 为了保证测量精度, 需要选择合适的共模输入范围, PLB 设置不合理将会对测量结果影响较大。建议的设置如下:

(1) ME=1 的测量:

设定 ITY=0, 使初始化电压为 GND, 测量的共模电压点位 GND, 此时建议 PLB=1。

(2) ME=0 的全驱动测量:

设定 ITY=0, 使初始化电压为 GND。当全部驱动电极都设定为 LP 时, S 和 R 线的信号共模电压将会接近 VCC, 此时建议 PLB=0。

注意: 当面板的装配自电容较大时, 可能 S 和 R 线的信号共模电压会下降, 如果共模电压低于 1/2 VCC 电压, 需要修改 PLB=1。

(3) ME=0 的部分驱动测量

设定 ITY=0, 使初始化电压为 GND。当部分驱动电极设定为 LP 时, 其余为 GND 或 floating 时, S 和 R 线的信号共模电压将会接近 GND, 此时建议 PLB=1。

注意: 当部分驱动电极的数量少于总驱动电极数量的 1/2 时建议 PLB=1。当部分驱动电极的数量多于总驱动电极数量的 1/2 时建议 PLB=0。

9. 芯片初始化

为了提高软件效率, LT2305 采用了命令控制模式, 而不是直接将控制寄存器直接展现在软硬件界面, 即存在一个命令可能同时操作多个内部控制寄存器的情况。在软件初始化芯片时, 应当将所有的内部寄存器都设定初始值, 以避免芯片运行不正常。

10. Sensor 设计规范

本章介绍与 LT2305 系列触控驱动芯片配套的触摸屏传感器的设计方法。LT2305 采用互电容的检测方式，互电容由驱动电极和感应电极构成，有两种基本结构：双面单层 ITO、单面双层 ITO。双面单层 ITO 结构即感应和驱动分布在不同层，感应电极在 Top 层，靠近面板，驱动电极在 Bottom 层，靠近 TFT；单面双层 ITO 结构为感应和驱动电极分布在同一层，又可分为带屏蔽层和不带屏蔽层两种。以下分别为两种结构的剖面图：

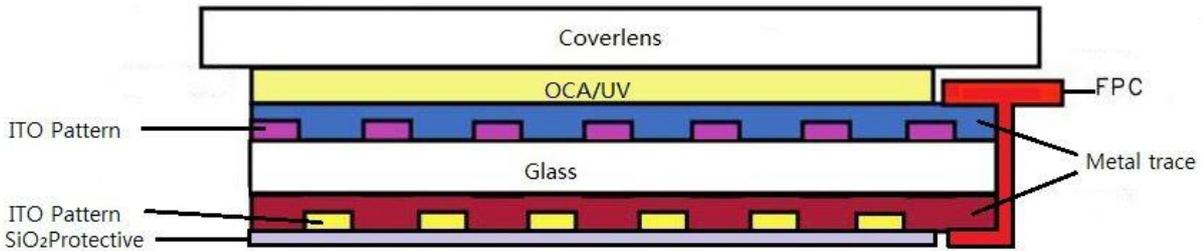


图 12：双面单层 ITO 结构示意图

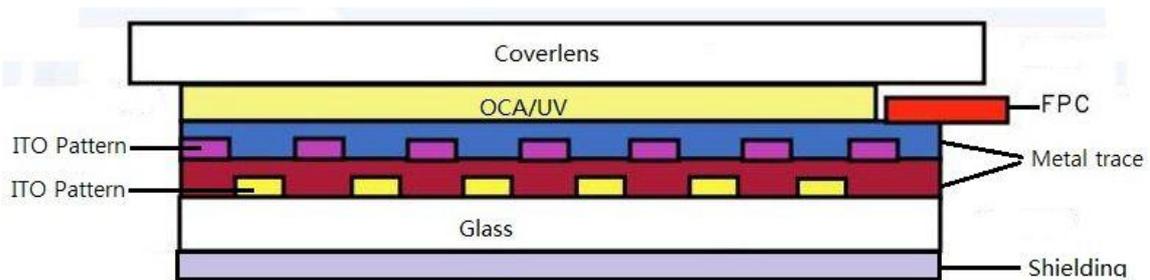


图 13：双面单层 ITO 结构示意图

表 3：常用的电容屏结构

双面单层 ITO 结构			单面双层 ITO 结构
G+G 结构	G+F+F 结构	G+F 结构	G+G 结构
Coverlens	Coverlens	Coverlens	Coverlens
OCA/UV	OCA	TOP ITO (Sensor)	OCA/UV
TOP ITO (Sensor)	TOP ITO (Sensor)	OCA	ITO (Sensor & Driver)
Glass	PET1	Bottom ITO (Driver)	Glass
Bottom ITO (Driver)	OCA	PET	Shielding
SiO ₂ Protective	Bottom ITO (Driver)		
	PET2		

10.1 芯片方案简介及关键参数说明

LT2305 有 2 种组合方案，关于通道数、结构、按键处理等等信息可依据下表做选择。

表 4: 电容屏组合方案

IC 型号	支持尺寸	感应通道	驱动通道	电容屏结构	RC 要求	支持 Coverlens 厚度
LT2305 1+1	15"	46	46	双面单层 ITO 结构 单面双层 ITO 结构 +Shielding	感应通道走线阻抗 $\leq 20K$ 感应通道阻抗 $\leq 60K$ 驱动通道走线阻抗 $\leq 3K$ 驱动通道阻抗 $\leq 10K$ 感应驱动节点电容 $\leq 1pf$ 感应通道 RC 常数 $\leq 6us$	Glass: 0.5mm ~ 2mm PET: 0.2mm ~ 0.9mm
LT2305 1+2	16~21"	46	92			

Note: 支持通道悬空

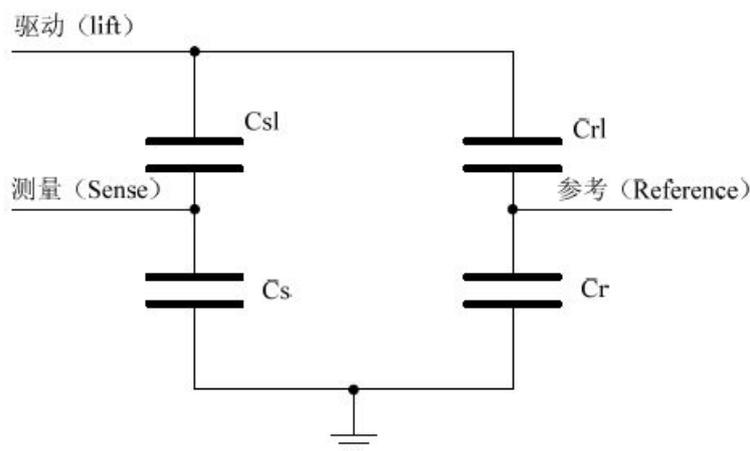


图 14: 电容传感器等效电路图:

面板的电容主要是寄生在纵向电极和横向电极之间，上图中：

- Csl 是测量电极和驱动电极的寄生电容之和；
- Cr1 是参考电极和驱动电极的寄生电容之和；
- Cs 是测量电极本身的对地电容与纵向非使用电极的寄生电容之和
- Cr 是参考电极本身的对地电容与纵向非使用电极的寄生电容之和

10.2 Pattern 设计说明

(1) 双面单层 ITO 结构

表 5: 双面单层 ITO 结构

图案类型	条形	
适合结构	G+G 双面单层 ITO 结构	G+F+F 双面单层 ITO 结构
感应通道走线阻抗	小于 20Kohm	小于 20Kohm
感应通道阻抗	60Kohm	60Kohm
驱动通道走线阻抗	3Kohm	3Kohm
驱动通道阻抗	10Kohm	10Kohm
两层 ITO 之间距离	0.5 ~ 1.0mm	0.2mm
图形 gap	≥0.05mm	≥0.05mm

(2) 面板简图:

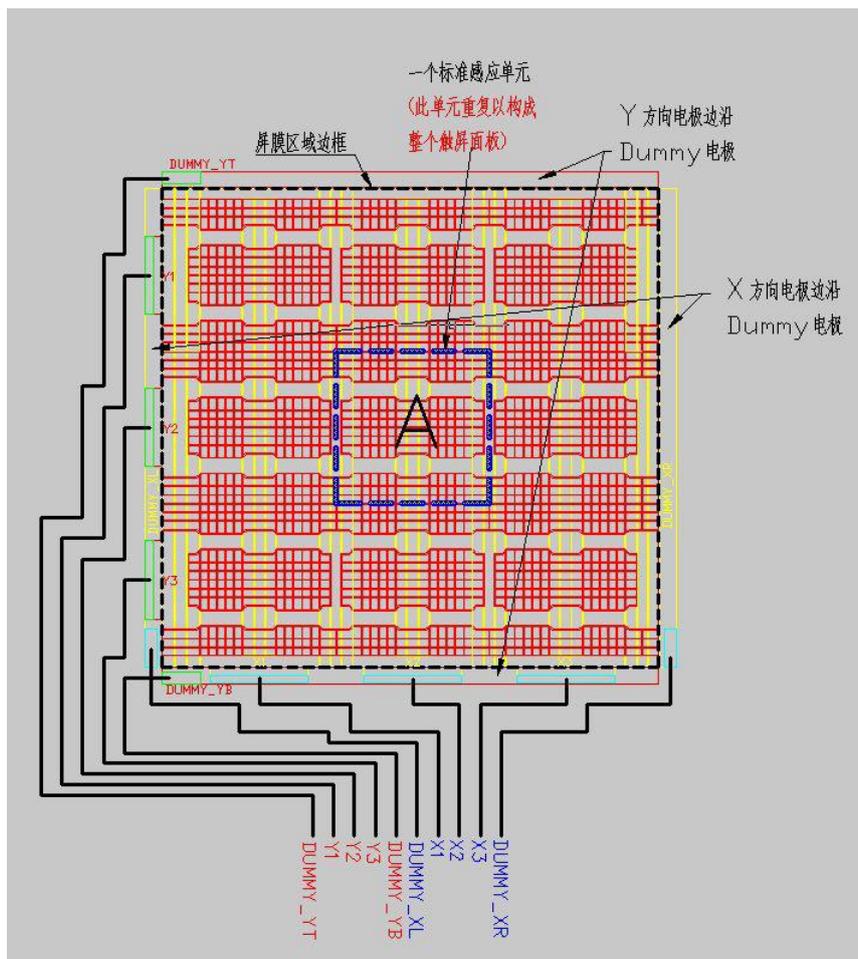


图 15: 面板简图 (TOP 层未进行填充用 Dummy ITO 填充)

图 15 中红色标示的为 TOP 层 ITO 图形 (Y 方向电极);黄色标示的为 Bottom 层 ITO 图形 (X 方向电极)。黑色虚线框内为面板的感应区,黑色虚线框外是面板的边沿区域和走线区域。面板的感应区由图 15 所示的标准 (基本) 感应单元 A (蓝色虚线框标示区域) 重复复制构成。黑色虚线框外,紧贴感应区的边缘,分别有两条 Y 方向 DUMMY_YT, DUMMY_YB 和两条 X 方向 DUMMY_XL, DUMMY_XR Dummy 电极,用于消除面板的边沿效应。面板黑色虚线框外,同时提供金属走线通道,用于连接 ITO 电极和 FPC。

(3) Bottom 层 ITO 图形

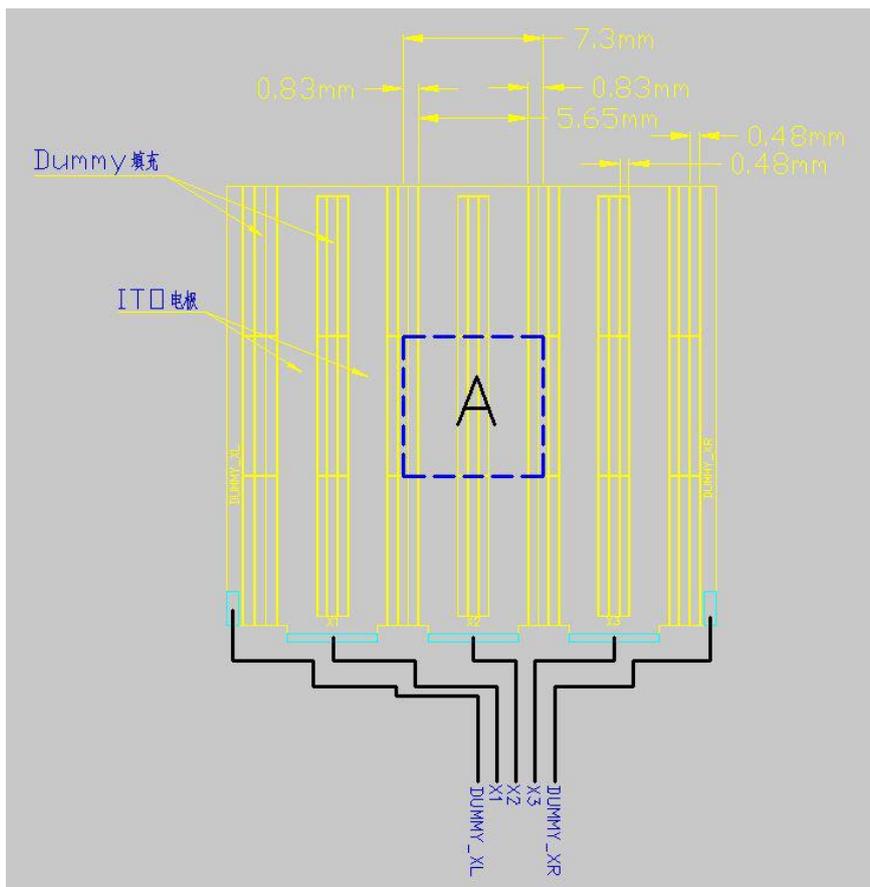


图 16: Bottom 层 ITO 图形 (X 方向电极图形)

上图蓝色虚线框标示区域 A 描述了图 15 所示的标准 (基本) 感应单元 A 在图 16 的位置。

- 电极间 Pitch: 一般为 7.3mm (不同的 Pitch 尺寸, 以下尺寸也要相对应修改)
- 电极宽度: 5.65mm
- 填充 Dummy ITO 宽度: 0.53mm
- Dummy ITO 之间空隙: 0.05mm (这个值也是 TP 厂可控尺寸)
- DUMMY_XL, DUMMY_XR 宽度: 0.8mm
- 填充 Dummy ITO 之间空隙: 0.05mm (这个值也是 TP 厂可控尺寸)

(4) TOP 层 ITO 图形

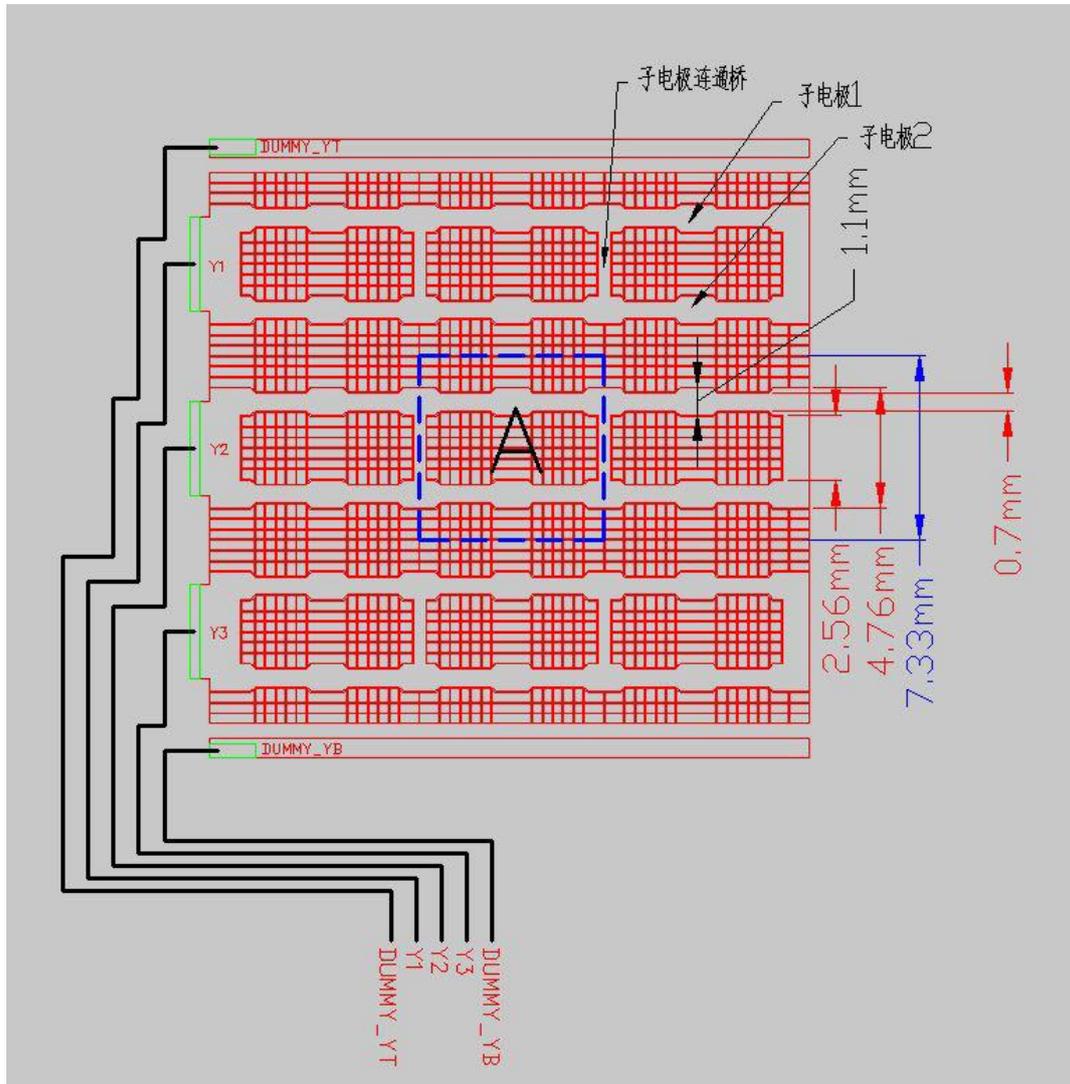


图 17: TOP 层 ITO 图形 (Y 方向电极图形,未进行填充用 Dummy ITO 填充)

图 17 是 TOP 层 ITO 图形。蓝色虚线框标示区域 A 描述了图 15 所示的标准 (基本) 感应单元 A 在图 17 的位置。

电极间 Pitch 一般为 7.3mm (不同的 Pitch 尺寸, 其它尺寸也要相对应修改); 每个 Y 方向电极由两条子电极 (0.7mm) 组成 (如图 17 中子电极 1 和子电极 2), 在标准 (基本) 感应单元 A 的边沿处, 两条子电极由一条与之垂直的电极连通桥连接 (0.7mm), 以保持两条子电极按照固定距离保持电气连通, ITO 连接处采用八边形连接点; DUMMY_YT, DUMMY_YB 宽度 0.8mm。

(5) TOP 层 Dummy ITO 填充

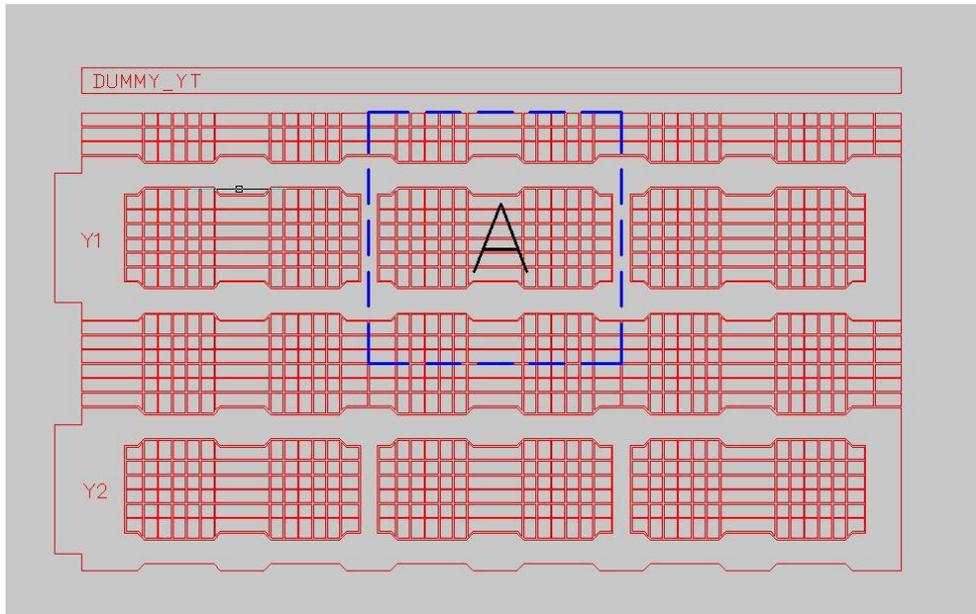


图 18: TOP 层 Dummy ITO 填充

图 18 TOP 层 Dummy ITO 填充, 填充 Dummy ITO 之间空隙 0.05mm (这个值也是 TP 厂可控尺寸)。

(6) TOP 层与 Bottom 对准

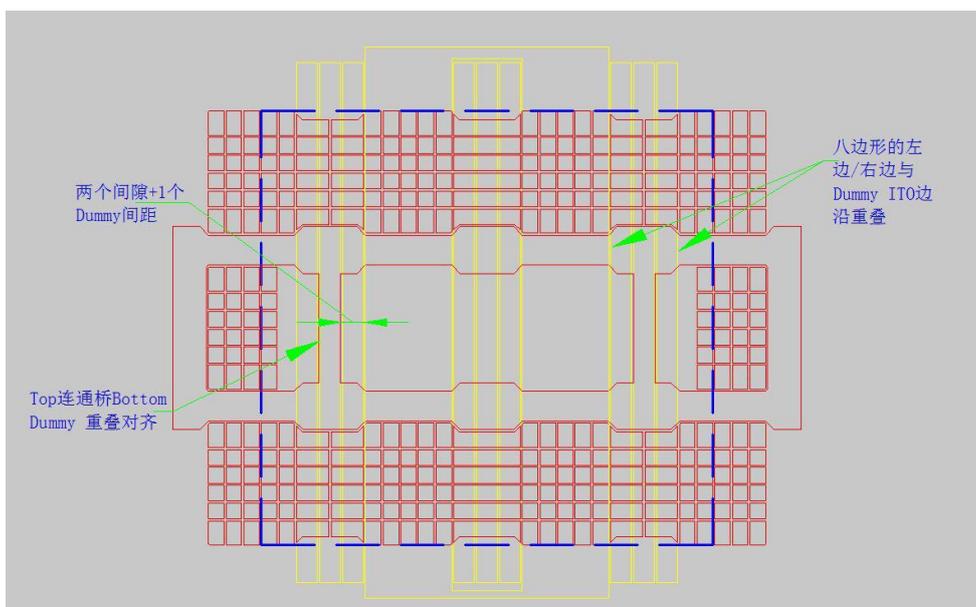


图 19: TOP 层与 Bottom 对准