

升级家电产品的用户界面 (UI): 技术解决方案和工程挑战



molex

creating connections for life

对于购买者来说，先进的用户界面 (UI) 代表优质家电产品。在激烈竞争的市场环境下，计算机化显示屏与触控设备的需求持续增长，正推动家电开发商将传统操控升级为数字交互界面。受智能家居设备和物联网 (IoT) 热潮驱动，该转型趋势近年尤为凸显。

制造商为满足消费者期待，纷纷采用兼具时尚现代风格、易清洁特性和可编程功能的数字技术。此类解决方案通常包含触摸屏、传感器及无线连接等组件。虽然这些技术能为最终用户带来诸多新优势，但也带来巨大的工程挑战。

家电制造商在优化产品用户体验时经常发现，固件编程与界面设计细节往往超出其专业能力范畴。

尽管许多设计工程师能预想数字界面的功能，但难以切实把握表面材料的选择、微控制器的配置及系统集成空间的规划等要素。

用户界面解决方案的演变

作为人机交互的核心载体，用户界面 (UI) 的最简形态包括按钮、开关及控制旋钮，承担产品工作模式切换与显示重要信息的功能。

此类简易开关与调节控件在家电领域已有数十年应用历史。但如今，行业普遍认为机械式解决方案存在缺陷，尤其在厨房环境中。按钮和旋钮在日复一日的重复使用后容易损坏。控制机构与面板间的缝隙易渗入液体或油污，长期累积将导致电气性能下降。

各类 UI 技术均致力于规避此类问题。这些解决方案可能包含印刷电子 (PE)、电容开关设计、柔性印刷电路 (FPC) 和带背光的 LCD 显示器等组件。

本白皮书本文面向家电产品工程师，梳理了当前可用的设计选项，助力其实现更先进的用户界面升级。报告将概述设计开发中的一些常见问题，并探讨该领域新技术的未来前景。



电器 UI 的设计选项

薄膜开关

薄膜开关是 UI 领域最早期的创新方案之一，至今仍在家电领域占据重要地位。

基础型薄膜开关带有穹顶结构，受压时会触发触点闭合，触感各有不同，还能内置 LED。

薄膜表面光滑易清洁，面板上印有按钮图示，但由于周边无开口设计，避免了传统按压式按钮的灰尘侵入问题。

然而，尽管薄膜开关在当今产品中仍很常见，但随着具备独特优势的新技术涌现，它正面临新的竞争。

金属圆顶

薄膜控制的另一种形式是增加金属圆顶开关。

在这种结构中，可触区域下方加装钢制圆顶，用户需施加一定压力才能触发，同时获得清晰的按压反馈。

圆顶的选择取决于所需的触发力度。按键通常以塑料或橡胶键帽覆盖圆顶，并可设计为突出于前面板的结构。

在触摸屏技术出现前，这种技术曾是早期手机键盘的主流选择。由于结构简单且能有效防水，金属圆顶界面至今仍用于小型家电设备，例如电视遥控器。



电容式触控

高端家电设计中最前沿的 UI 方案是**电容式触控**。

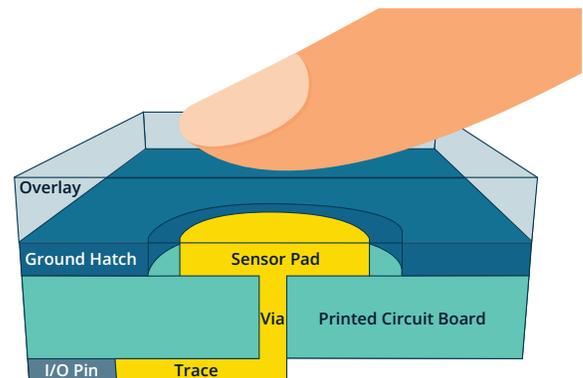
消费者已习惯平板电脑和智能手机的用户界面，这些设备在 LCD 屏幕前端采用电容式触控层。但电容式触控表面并不一定需要后端的 LCD 屏幕。在家电中，通常仅需带背光的图标或图案即可实现触控功能。图标下方的感应区域能对手指触摸做出响应，其操作方式类似按钮或开关。

电容触控正迅速成为主流界面选项，因它能赋予用户直观的交互体验。与常见的个人触屏设备类似，用户可直接在灶台玻璃等产品表面通过点击或滑动来操作设备。

如今，电容触控界面愈发受到消费者青睐，高端家电领域尤为明显。电容式触控表面没有机械活动部件，因此不会因长期使用而磨损。然而，电容式触控用户界面需要在设计上做出一些权衡，并进行充分的用户测试。这是高端电器升级到此 UI 方法的考虑因素。

电容式触控界面通常只需手指轻触即可激活。与依赖压力闭合的薄膜或钢制圆顶不同，手指的接触会引发电容变化，这种变化由内置固件的微控制器检测。由于需要编写固件，电容式触控用户界面的设计过程通常更为复杂。

除了编程固件来执行用户命令，设计师还需要考虑自定义 UI 的人体工程学和美学的各个方面：背光质量、读数和符号的易读性、触摸和声音警报的灵敏度等。



UI 挑战

虽然技术持续进步，但不少制造商在有效实施解决方案时仍会遇到困难。出色的 UI 设计必须建立在过往成功产品的实践经验基础之上。某些界面技术问题往往会反复出现，

此时，拥有 UI 专业经验的产品设计与开发顾问就能为寻求升级用户控制的团队提供关键指导和支持。凭借对相关技术和工程挑战的深刻理解，资深的开发合作伙伴可协助制造商确定最适合其产品的解决方案，确保产品顺利实现商业化。

区分触发因素

以玻璃面板电炉灶这一典型的触控表面为例：传统电容式触控能感知物体存在，却无法识别引起电容变化的具体原因。这种非特异性意味着，当猫从灶面走过时可能意外触发元件。

同样地，在易溅液体的表面上，液体泼洒同样会导致电容变化，从而引发功能的误开启或关闭。

但优化传感器排布方案并更改固件设计，就能有效避免电容开关误触。

表面材料

并非所有表面材料都支持传统的电容式触摸解决方案。不锈钢作为厨房电器的流行外观选择，并不兼容电容触控技术。制造商可采用塑料面板模拟不锈钢的外观和质感，但若坚持使用纯正不锈钢或其他特殊材质作为触控表面，则需考虑替代电容触控的其他技术方案。

易读性和背光

为优化背光图形与电容触控的结合，柔性混合电子器件已形成一套最佳实践方案。

在表面背光区域设计电容触控区，通常采用名为 PEDOT 的透明导电油墨来实现。具体工艺为：在透明聚酯基材上，使用银浆与 PEDOT 墨水印制电子薄膜，该薄膜层位于图形层与后方 LED 光源之间。PEDOT 墨水对薄膜至图形层的光线传输影响极小，可确保背光图像清晰。

触觉反馈

许多用户钟爱实体按键的清脆触感。玻璃触控无法像机械按键那样提供物理反馈，甚至相比薄膜或金属圆顶按键也缺少触觉确认感。不过，当前已有技术尝试通过模拟效果来弥补这一体验缺失。

这一新功能被称为**触觉反馈**。例如，设备可在受压时产生轻微振动，为用户提供触觉响应。这种触觉反馈技术可被集成到电容式用户界面的电路系统中。



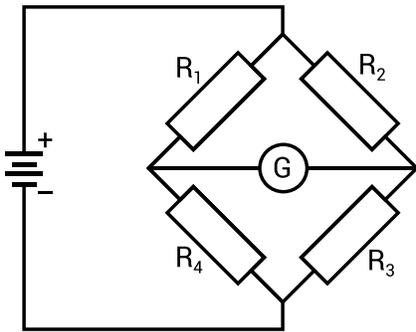
UI 的未来发展

UI 领域的最新创新已不再仅限于电容式触控，而是致力于解决一些普遍存在的挑战和限制。例如，以下三项技术进展均试图实现真正的金属表面触控功能。

应变片

应变片是用于测量物体应变或形变的装置，其工作原理是将物体的形变转换为可测量和分析的电信号。最新研发的高灵敏度传感器甚至能检测微米级的物理形变。

将应变片附着在薄膜等柔性材料上，然后安装在真实金属表面后方，即可打造电子触控界面。当表面受到触碰或按压时，材料形变会改变应变片的电阻值，生成相应的电信号。该信号可通过微控制器或其他电子电路进行放大、处理和解析，从而实现触控或压力检测与响应。

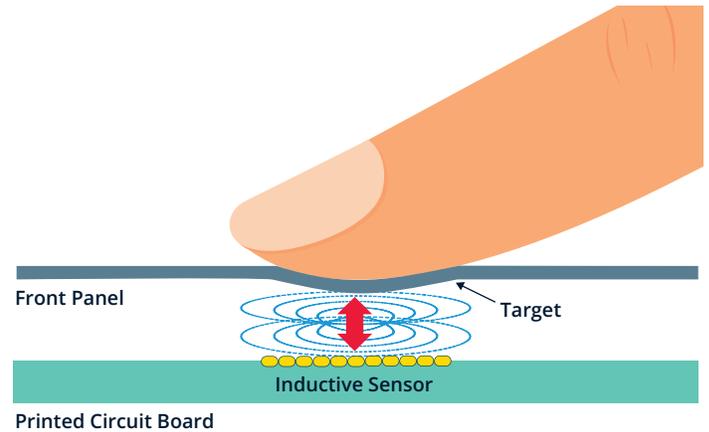


高度灵敏的应变片探测器采用印刷电子技术实现惠斯通电桥电阻阵列。

采用惠斯通电桥结构的电阻式传感器可印刷在聚酯材料上，形成紧凑且经济的触控方案。此类印刷电子元件可安装在刚性触控表面后方，精准感知施加的外力。

感应触摸

电感式传感器可响应磁场变化。与应变片类似，此类传感器置于可形变的前面板后方，能将触控指令传导至金属表面，因此适用于不锈钢家电。其压力变化敏感特性还可有效降低误触发概率。

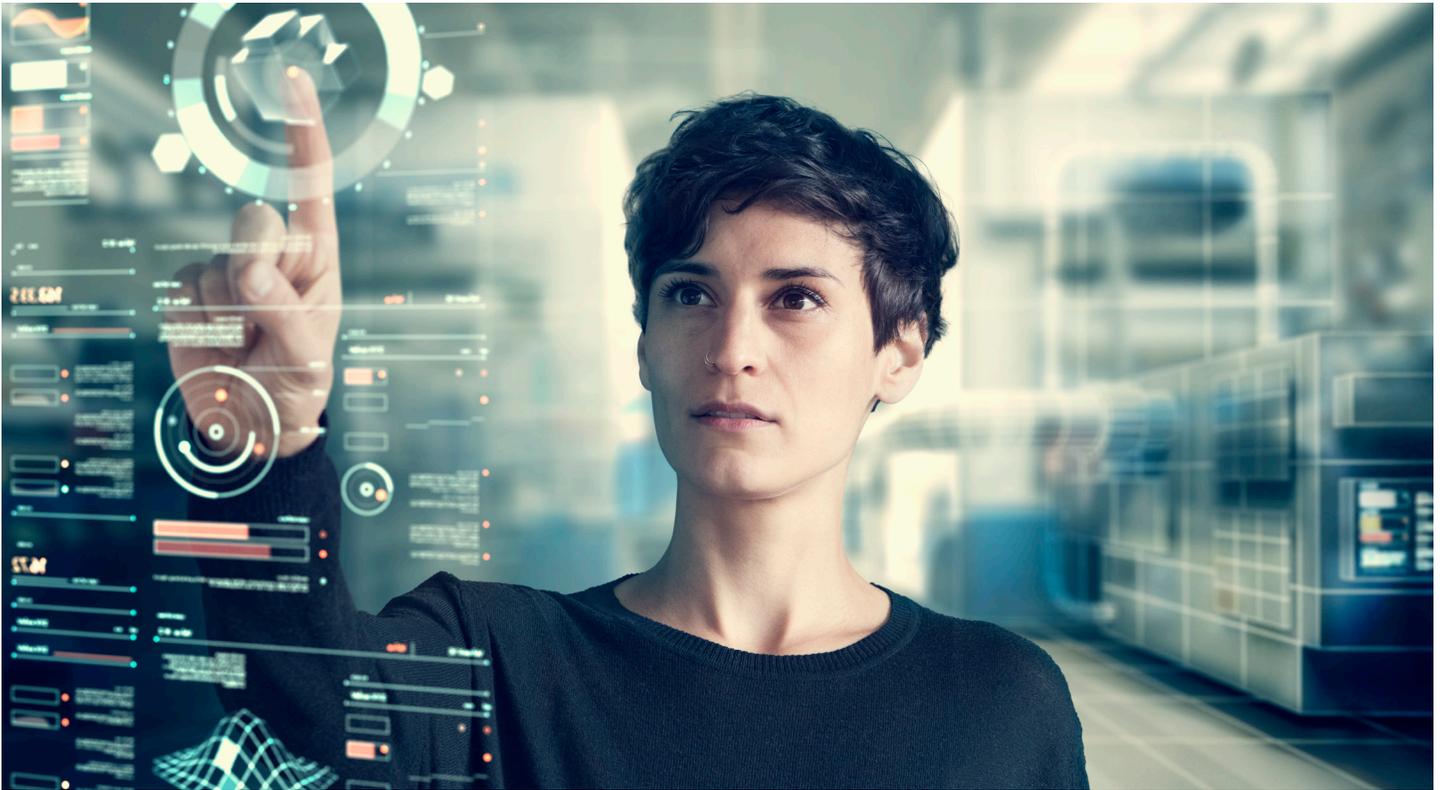


超声波

超声触控传感器正在突破空间限制。这类传感器既不依赖压力感应（如感应触摸），也无需接触（如电容式触控）。

其工作原理是：微型芯片发射类似孕检用的超声波频率，声波覆盖整个表面区域。当手指触碰表面时，设备能检测到声波传播受到的干扰并精确定位。

超声波可实现任意金属材质上的触控，且电子元件与触控点之间可保持相当距离。例如，控制模块可安装在厚重的钢板或铝板之上。



与 UI 专家合作

将家电 UI 升级至陌生的技术领域是一个复杂且充满挑战的过程，但这对于制造商在日益严苛的市场中保持竞争力至关重要。

如今多元化的设计技术和创新方法，为制造商提供了改进产品、提升价值的多重机遇。携手深谙先进 UI 设计及工程开发的组织，家电制造商可确保产品成功落地。

选择具备几十年经验的团队，不仅能加速开发进程、避免反复试错，更能为项目配备顶尖的可靠性测试与生产工艺。

[联系 Molex](#)
