



自动化控制技术丛书

# 触摸屏实用技术 与工程

周志敏 纪爱华 编著



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

自动化控制技术丛书

# 触摸屏实用技术与工程应用

周志敏 纪爱华 编著

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

触摸屏实用技术与工程应用 / 周志敏, 纪爱华编著

— 北京: 人民邮电出版社, 2011. 11

(自动化控制技术丛书)

ISBN 978-7-115-26225-7

I. ①触… II. ①周… ②纪… III. ①触摸屏 IV.  
①TP334.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第172348号

## 内 容 提 要

本书结合国内外触摸屏技术发展动态,以触摸屏工程实用技术为本书的核心内容,全面系统地阐述了触摸屏的基础知识和最新应用技术。全书共7章,深入浅出地阐述了触摸屏基础知识、电阻式触摸屏实用技术、电容式触摸屏实用技术、红外式触摸屏实用技术、表面声波式触摸屏实用技术、触摸屏工程应用、触摸屏维护与故障处理等内容。

本书题材新颖实用,内容丰富,深入浅出,文字通俗,具有较高的实用价值,是从事触摸屏研发、设计、生产、应用和维护的工程技术人员必备读物。

本书可供从事触摸屏工程应用相关工作的工程技术人员及相关专业高等院校、职业技术学院的师生阅读参考。

自动化控制技术丛书

### 触摸屏实用技术与工程应用

- 
- ◆ 编 著 周志敏 纪爱华  
责任编辑 韦 毅 刘 朋
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京铭成印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 17.75  
字数: 452千字  
印数: 1-4 000册
- 2011年11月第1版  
2011年11月北京第1次印刷

---

ISBN 978-7-115-26225-7

定价: 45.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

## 前 言

触摸屏（Touch Panel）是可接收触摸等输入信号的感应式显示装置。当触摸了屏幕上的图形按钮时，屏幕上的触觉反馈系统可根据预先编制的应用程序完成各种操作功能。它是一种最新的计算机输入设备，可用以取代机械式的按钮面板，使用者只需用手指轻轻地触摸计算机显示屏上的图符或文字，就能实现对主机的操作，这样摆脱了键盘和鼠标操作，使人与计算机的交互更为直截了当。

触摸屏赋予了信息交互崭新的面貌，是极富吸引力的全新信息交互设备。触摸屏在我国的应用范围非常广阔，主要应用于公共信息的查询、办公、工业控制、军事指挥、信息浏览、电视传媒、多媒体教学、移动通信等方面。

信息网络技术的发展和在国民生产、生活中的应用日益广泛，推动了触摸屏技术的发展和革新。触摸屏具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等优点，对应用于各种领域的计算机系统已经是必不可少的设备。触摸屏技术的发展引起了国内外信息传媒界的普遍关注，现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产业。触摸屏产品的开发、研制、生产、应用已成为发展前景十分诱人的朝阳产业。目前，随着触摸屏技术的广泛应用及潜在市场的出现，触摸屏显示出了强大的发展潜力，并已形成一条完整的触摸屏开发、研制、生产、应用产业链。

随着社会向信息化方向发展和信息网络在国民生产、生活中的渗透，信息查询、交互操作和自动化控制为触摸屏提供了发展和创新的市场。为适应国内触摸屏技术的发展与应用，本书以从事触摸屏研发、设计、生产、应用、维护的工程技术人员为读者对象，系统地阐述了触摸屏最新应用技术。本书在写作上尽量做到针对性和实用性，力求做到通俗易懂和结合实际，以使读者系统全面地了解 and 掌握触摸屏的最新应用技术。

参加本书编写工作的有周志敏、纪爱华、周纪海、纪达奇、刘建秀、

顾发娥、纪达安、纪和平、刘淑芬等。本书在写作过程中，无论从资料的收集和技术信息的交流上都得到了国内外的专业学者和同行的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于写作时间短，作者学识有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

作者



## 目 录

<b>第 1 章 触摸屏基础知识</b> .....	1
1.1 触摸屏技术及发展历程 .....	2
1.1.1 触摸屏技术 .....	2
1.1.2 触摸屏发展历程 .....	6
1.2 触摸屏原理及特性 .....	8
1.2.1 触摸屏原理 .....	8
1.2.2 触摸屏特性 .....	10
1.3 触摸屏分类及性能比较 .....	12
1.3.1 触摸屏的类型 .....	12
1.3.2 触摸屏性能比较 .....	15
1.4 多点触摸技术 .....	18
1.4.1 多点触摸技术 .....	18
1.4.2 识别手势方向 .....	20
1.4.3 识别手指位置 .....	21
1.4.4 True Touch 方案 .....	22
1.5 触摸屏应用领域及发展趋势 .....	24
1.5.1 触摸屏的应用领域 .....	24
1.5.2 触摸屏的发展趋势 .....	28
<b>第 2 章 电阻式触摸屏实用技术</b> .....	34
2.1 电阻式触摸屏工作原理及特性 .....	35
2.1.1 电阻式触摸屏工作原理 .....	35
2.1.2 电阻式触摸屏技术特性 .....	38
2.1.3 电阻式触摸屏技术动向 .....	49
2.2 电阻式触摸屏控制与安装技术 .....	54
2.2.1 电阻式触摸屏人机接口实现 .....	54
2.2.2 电阻式触摸屏控制技术 .....	57

2.2.3	电阻式触摸屏安装技术	68
<b>第3章</b>	<b>电容式触摸屏实用技术</b>	<b>75</b>
3.1	电容式触摸屏结构及工作原理	76
3.1.1	电容式触摸技术	76
3.1.2	表面电容式触摸屏技术	81
3.1.3	投射电容式触摸屏技术	85
3.1.4	第三代电容式触摸屏屏幕的技术特性	92
3.1.5	电容式触摸屏解决方案	99
3.1.6	电容式触摸屏发展趋势	108
3.2	电容式触摸屏通信接口与安装技术	110
3.2.1	Cypress True Touch 电容式触摸屏的通信接口	110
3.2.2	电容式触摸屏安装技术	113
<b>第4章</b>	<b>红线式触摸屏实用技术</b>	<b>119</b>
4.1	红外式触摸屏工作原理及特性	120
4.1.1	红外式触摸屏工作原理	120
4.1.2	红外式触摸屏发展历程及优缺点	126
4.2	红外式触摸屏安装技术	129
4.2.1	红外式触摸屏安装方法	129
4.2.2	串口及 USB 口红外式触摸屏安装	131
4.2.3	WS 串口及 USB 口红外式触摸屏安装	136
4.2.4	汇冠红外式串口/USB 口触摸屏安装技术	141
<b>第5章</b>	<b>表面声波式触摸屏实用技术</b>	<b>143</b>
5.1	表面声波式触摸屏原理及特性	144
5.1.1	表面声波式触摸屏原理	144
5.1.2	表面声波式触摸屏优缺点及发展趋势	147
5.2	表面声波式触摸屏安装技术	150
5.2.1	表面声波式触摸屏安装注意事项	150
5.2.2	6012S 控制卡安装	151
5.2.3	Kee Touch 表面声波式触摸屏安装技术	160
<b>第6章</b>	<b>触摸屏工程应用</b>	<b>171</b>
6.1	触摸屏系统工程设计	172
6.1.1	触摸屏应用定义及选择	172
6.1.2	触摸屏系统设计	176
6.2	触摸屏工程应用方案	179
6.2.1	电子产品触摸屏应用方案	179
6.2.2	触摸屏与 PLC 的通信	184
6.2.3	台达 DOP 触摸屏工程应用	198
6.2.4	富士触摸屏与西门子 PLC 通信	232
<b>第7章</b>	<b>触摸屏维护与故障处理</b>	<b>235</b>
7.1	触摸屏维护与使用	236
7.1.1	触摸屏维护	236
7.1.2	触摸屏使用	237

7.2	触摸屏系统故障检查方法 .....	238
7.2.1	触摸屏系统故障分类 .....	238
7.2.2	触摸屏系统维修流程 .....	242
7.2.3	触摸屏系统故障诊断技术与维修原则 .....	245
7.2.4	触摸屏系统故障检查方法 .....	251
7.3	触摸屏故障分析及处理方法 .....	259
7.3.1	红外式触摸屏故障分析及处理方法 .....	259
7.3.2	电阻式触摸屏故障分析及处理方法 .....	261
7.3.3	表面声波式触摸屏故障分析及处理方法 .....	263
7.3.4	电容式触摸屏故障分析及处理方法 .....	270
7.3.5	HP 触摸屏无法执行任何操作 .....	272



## 第 1 章

### 触摸屏基础知识

- 触摸屏技术及发展历程
- 触摸屏原理及特性
- 触摸屏分类及性能比较
- 多点触摸技术
- 触摸屏应用领域及发展趋势

## 1.1 触摸屏技术及发展历程

### 1.1.1 触摸屏技术

#### 1. 触摸屏简介

所谓触摸屏,从市场概念来讲,就是一种人人都会使用的计算机输入设备,或者说是人人都会使用的与计算机沟通的设备。概括地说,触摸屏是用手指或其他触摸感应介质直接接触显示器操作计算机的一种输入设备。它是最友好的计算机用户接口界面。

触摸屏是可接收触摸等输入信号的感应式显示装置,当触摸触摸屏屏幕上的图形按钮时,触摸屏屏幕上的触觉反馈系统可根据预先编制的程序驱动实现对计算机的操作。触摸屏可用以取代机械式的按钮面板,并借由显示器画面显示出生动的影音效果。触摸屏是最方便、简单、自然的计算机输入手段,完全不懂计算机的人也可以操作计算机。用户看着显示内容,想选什么就简单地用手触摸一下,通过触摸屏人们可以操作控制系统和查询感兴趣的信息。

触摸屏在国民生产、生活中的广泛应用,直接刺激着触摸屏技术的研发和产品的量产,如今触摸屏已经渗透到了几乎每一个可以想象得到的应用领域。

触摸屏在我国的应用范围非常广阔,主要应用于公共信息的查询,如电信、税务、银行、电力等部门的业务查询;城市街头的信息查询;此外还广泛应用于办公、工业控制、军事指挥、电子游戏、点歌点菜、多媒体教学、房地产预售等,将来触摸屏还要走入家庭。

触摸屏是最终极的人机交互界面,在一个触摸屏系统内,触摸想要看到的東西,计算机作出反应。人类行为与计算机反应简单、直接且自然。在工业控制领域使用触摸屏,工人可以控制复杂的工艺,一个从未接触过计算机的人能够简便地使用触摸屏系统进行交互操作。在机场、工厂、购物商场、学校和医院内,某些情况下触摸屏的功能可与计算机相媲美。

触摸屏是最适合信息查询的输入设备,各发达国家都积极地进行着触摸屏的研制开发,触摸屏也从低档向高档发展,从红外式、电阻式发展到电容感应式,现在发展到了表面声波式触摸屏和五线电阻式触摸屏。它的性能越来越优越,技术越来越先进,如表面声波式触摸屏,安装的是一块没有任何贴膜覆层的纯玻璃,不论是从清晰度还是从耐用程度上都昭示着触摸屏产品成熟时代的到来。

从触摸屏的精度、灵敏度和密闭性上考虑,应选用电容式或电阻式触摸屏。两者均采用电压加在屏幕四角,玻璃屏幕则直接固定在显示器上,电阻式触摸屏可以感受到任何物体的触动。电阻式触摸屏相对其他类型的触摸屏可靠性高,适用于各种工业环境。

为了操作上的方便,人们用触摸屏来代替鼠标或键盘。工作时,必须首先用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏,然后系统根据手指触摸的图标或菜单位置来定位选择信息输入。

随着使用计算机作为信息来源的与日俱增,触摸屏以其易于使用、坚固耐用、反应速度快、节省空间等优点,使得人们感到使用触摸屏的确具有相当大的优越性。从发达国家触摸

屏的普及历程和我国多媒体信息业所处的阶段来看，触摸屏是一个使多媒体信息或控制改头换面的设备，它赋予多媒体系统以崭新的面貌，是极富吸引力的全新多媒体交互设备。随着城市向信息化方向发展和计算机网络在国民生活中的渗透，信息查询可以用触摸屏实现，显示内容可以触摸的形式出现。

## 2. 触摸屏系统的构成

触摸屏吸引人的优点在于其看似简单的外表设计，它取代笨重的按钮、轨迹球或传统屏幕，带来一种全新的操作模式。相对于传统机械按钮、滑块、转轮和开关，触摸控制提供了灵活、可靠且高性价比的替代方案。

最新的触摸技术为设计发挥其创造性创造了条件，在设计开发接口时可隐藏或露出按钮，或采用其他形态的触摸模式。图 1-1 显示了不同触摸传感器的形状和应用。

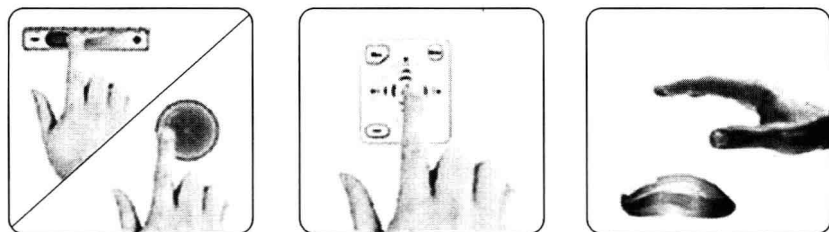


图 1-1 滑块、滚轮、触摸按钮和临近传感应用

触摸屏的主要结构由触摸检测组件和触摸屏控制器组成。触摸检测组件安装在显示器面板前面，用于检测用户触摸位置，接收后传送至触摸屏控制器；触摸屏控制器的主要作用是从触摸检测装置上接收触摸信息，将它转换成触摸坐标，再送给 CPU，它同时能接收 CPU 发来的命令并加以执行。触摸屏无论是在台式计算机、笔记本电脑、手机等设备上应用，其系统构成都是一样的。触摸屏通常由以下几部分构成。

### (1) 前面板或外框

前面板或外框是终端产品的最表层。在某些产品中，外框将透明的盖板围起来，以免受到外部的恶劣气候或潮湿的影响，也防止下面的传感产品受到刻划以及破坏。也有些时候，最外面的框只是简单地覆盖在触摸传感器的上边，仅仅是一个装饰。

### (2) 触摸屏控制器

通常，触摸屏控制器是一个小型的微控制器芯片，它位于触摸传感器和 PC 或嵌入式系统控制器之间。该芯片可以装配到系统内部的控制器板上，也可以粘贴到玻璃触摸传感器上的柔性印制电路 (FPC) 上。触摸控制器接收来自触摸传感器的信息，并将其转换成 PC 或嵌入式系统控制器能够理解的信息。

### (3) 触摸传感器

触摸传感器是一个带有触摸响应表面的透明玻璃板。该传感器被安放到显示器上面，使得面板的触摸区域能覆盖显示屏的可视区域。如今市场上有许多种不同的触摸传感技术，都采用不同的方法来检测触摸输入。基本上这些技术都是在触摸时，使电流流过面板，从而产生一个电压或信号的变化，这个电压或信号的变化将被触摸屏控制器接收，从而确定屏幕上的触摸位置。

### (4) 显示器

绝大多数的触摸屏都可以用于传统的显示器上。用于触摸产品的显示器选择方法与传统系统中基本相同，包括分辨率、清晰度、刷新速度、成本等。但在触摸屏中的另一个主要的考虑是辐射电平，由于触摸传感器是基于面板被触摸所产生的微小的电变化，所以能够辐射许多电气噪声的显示器是设计中的难点。

### (5) 系统软件

触摸屏驱动器软件可以来自原厂商（如手机中的嵌入式 OS），也可以是后来加装的软件（像在传统 PC 上加一个触摸屏）。该软件应能使触摸屏和系统控制器一同工作，它将告诉产品的操作系统如何解析来自触摸屏控制器的触摸信息。在 PC 应用中，绝大多数触摸屏驱动器的工作像一个鼠标，这就使得触摸屏幕与在屏幕上的同一位置上连续地按鼠标非常相似。在嵌入式系统中，嵌入式控制驱动器必须将出现在屏幕上的信息与接收到的触摸位置进行比对。

## 3. 触摸屏的技术特点与存在的问题

就电子产品而言，用户界面设计一方面要考虑到用户视觉、听觉、味觉、嗅觉和触觉等五种感官的需求，另一方面还要考虑到用户需求对器件或系统的影响。目前市场上推出的大部分产品虽然有效，但主要都是将用户的视觉和触觉分开来处理的。

从计算机键盘、手机键盘、MP3 播放器、家用电器甚至电视遥控器等设备上面的简单按钮或按键，到音量调节滑条、滚轮和跟踪板等上面更高级的单击和滚动特性，输出位置（也就是用户的输入或操控动作的结果）与用户的输入位置是截然不同的。能让输入和输出，即视觉和触觉完全达到一致，正是触摸屏的优势所在。

虽然大多数人利用视觉和听觉与计算机交互，但某些情况下，最适合使用的是触觉。今天，计算机技术正越来越多地认识到这一点，并开始采用触觉技术。触觉可用于提高数据的可视化程度，使用户能浏览海量数据，并提供一个额外的通信渠道。

触觉的两类重要应用是虚拟现实和远程操作。触觉在计算机游戏中的使用率很高，同样可以应用于工业中。例如，触觉让使用者能触摸和感觉到计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）及类似系统中的对象。探针可向设计软件发送数字反馈信号，而所有的电子操控与制动系统则能为操作者或驾驶员提供实际的反馈，从而避免了直接连接或动力辅助机械连接环节的重量与复杂性。

触觉最简单的示例是类似于调谐收音机的旋钮。通过在电动机或制动器上配备这种旋钮，就可能拥有各种制动装置，如硬性制动甚至弹性制动，并且所有这些功能都可根据需要更改。

触觉鼠标提供力、振动或同时提供二者，作为软件对用户输入的响应。从游戏到理疗，它们的应用非常广，且目前正在研究供盲人使用的作为计算机输入设备的触觉鼠标。以这种方式使用鼠标的的一个问题是：必须具备跟踪绝对位置的某些措施，设计使用杆或绳连接到底座。

在三维领域中，触觉相当于“逆向机器人技术”。机器人允许虚拟世界（软件）操纵真实的对象，而触觉设备则允许人们操纵虚拟的对象并感觉其仿佛是真实存在的。例如，用户握住连接到武器系统的手柄等（某些系统使用手套或“套环”装置）。



触觉设备可为三自由度(3DOF),分别传感 $X$ 、 $Y$ 和 $Z$ 轴;或六自由度:还可传感转动、倾斜和摇摆(自由度表示一个变量或空间中可用的选项数)。系统检测手柄位置,并通过内置电动机和制动器向用户提供力和振动。当光标遇到虚拟对象时,操作者会感觉到阻力,可能是硬的(对于坚硬的物体)、软的或是有弹性的,适当时手柄还会发生振动,例如,模拟用户将触针在粗糙表面上滑动的感觉等。

让视觉和触觉完全达到一致说起来简单,但做起来则是意义深远的技术突破,其将彻底改变用户与电子产品互动的方式,因此有人将此称为用户界面的革命。

最近触觉被结合到触摸屏中,传统触摸屏可以将控制输入放在屏幕表面上的任何位置,而触觉则使用户真正感觉到它们。按下一个按钮,你将感觉到按钮的动作(并通常可听到“咔嚓”声)。虚拟按钮可以是任何尺寸和形状,并可位于屏幕上的任何位置,其对触摸的响应方式也多种多样。

触感的产生方式有几种,最直接的一种就是在显示屏上建立一个活动的凸块阵列,这样表面将具有实际所需的形状。尽管这种方法很有效,但它既复杂又昂贵。更简单的方法是在屏幕的每个角上都放置一个电磁执行机构,在触摸屏覆盖层上产生受控的侧向移动。研究表明:关键参数不是移动距离而是加速度,因此实际仅需要移动 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ ,从而有可能让显示器密封符合NEMA4标准。

用户再也不用去找电子设备周边的这个或那个按钮,如计算机鼠标或键盘甚至手机上的拨号按键,而是直接与固化在设备“大脑”(即其操作系统)中的应用进行互动。这是一场革命性的变化,这种操控方式可让用户直接掌控强大的操作系统和应用程序,一切尽在用户的指尖上。

在计算机屏幕上使用鼠标和跟踪板访问应用程序,这种操控不是直接触摸显示屏,不能让用户与屏幕及内嵌的应用融为一体。实际上,可以通过所能想象出来的各种动作或手势来使用触摸屏,让显示屏变得鲜活生动,只要眼睛看到的,都能简单地通过触摸进行互动。目前触摸屏主要分为三大类:单点触摸,多点触摸识别手势方向,多点触摸识别手指位置。

关于多点触摸,投射电容式与光学式均支持这种功能。另外,一直难以实现多点触摸的电阻式及声波式方面,也出现了支持这种功能的技术。在电阻式方面,法国Stantum公司采用数字及矩阵技术开发出了支持10点以上输入的电阻式触摸屏。在声波式方面,Touch Panel Systems已将支持两点触摸的声波式触摸屏产品化。

根据各种触摸屏的特点,可分别将其用于不同的产品,如手写输入的便携式游戏机及电子记事本采用电阻式,支持多点触摸的便携终端采用电容式,使用20英寸(1英寸=2.54cm,全书下同)左右屏幕的售票机及个人计算机采用光学式,要求耐久性且支持大屏幕及分辨率的公共信息终端采用表面声波式等。

上述各方式的进步速度惊人,并逐步实现了数年前不可能实现的特性。不拘泥于以往的“常识”,及时掌握最新的技术进展情况及开发动向将是灵活运用触摸屏的关键。从技术原理角度来讲,触摸屏是一套透明的绝对定位系统,它有以下特点。

① 必须保证是透明的。触摸检测装置是在显示屏的上面,首先它必须保证是透明的,因此必须解决材料的透明问题,因而其透光率及其抗眩、抗反射的特性相对重要。目前最好的透光材料是玻璃,但当光线穿过时,玻璃的两个表面将分别反射掉3%的光,即单层玻璃的最大透光率为94%,这就使得达到人眼的光线受到了损耗。



电容式触摸屏要做到高透光及抗眩光并不容易,一般只有 85% 的透光率,而且抗眩的效果也不佳。新一代电容式触摸屏的透光率为 91.5%,其表面同时有抗眩、抗反射处理。跟电阻式触摸屏比起来,电容式触摸屏让整个视觉亮了起来,整个视觉质感也提升不少,触摸屏的制造商也不必去改造显示器把亮度提高,节省了许多的成本。

② 绝对坐标,手指摸哪就是哪,不需要第二个动作。不像鼠标,是相对定位的一套系统,触摸屏不需要光标,有光标反倒影响用户的注意力,因为光标是给相对定位的设备用的,相对定位的设备要移动到一个地方首先要知道现在在何处,往哪个方向去,每时每刻还需要不停地给用户反馈当前的位置才不致于出现偏差。这些对采取绝对坐标定位的触摸屏来说都不需要。再就是能检测手指的触摸动作并且判断手指位置,各类触摸屏技术就是围绕检测手指触摸而研发的。

作为人机交互界面,触摸屏没有真实的操作手感,没能像真实存在的键盘那样对按下动作具有有力反馈反应,这是现在最困扰设备厂商们的问题。各设备厂商都在做着相应的探索,MOTO 在 V8 翻盖的触摸操作中加入了作为反馈用户操作成功的振动功能;苹果计算机在 Mac 上面通过改进屏幕物理结构达到力反馈的实现,估计技术成熟后也会在手机或者 MP3 等设备上应用。

触摸提供了真实的互动方式,界面中元素的移动、滑行和旋转等动态效果也符合物体运动规律。但是现在新技术的应用并非完美,也存在一定问题。

① 难以微操作。手指无法点击较小的控件,鼠标指针可以精确到 1 像素,而手指的指尖或者指肚决定了触摸的精确度。

② 难以输入。有限的触摸空间、难以改变光标位置和虚拟键盘的调用等问题,使得大段的文本输入较为困难。

③ 难以点击屏幕的边缘区域。当单手握住触摸屏手机时,以大拇指为圆心,大拇指指长为半径在手机屏幕上的约 1/4 圆环区域最容易点击,离此区域越远,越是难以点击。

相信触摸屏技术的高速发展会让人们更多地体会到它的优点,得到更多方便。至于不足之处,也会在进化过程中慢慢改进。

### 1.1.2 触摸屏发展历程

触摸屏是一种与计算机交互最简单、最直接的方法,诞生于 1970 年,是一项由 EloTouch Systems 公司首先推广到市场的新技术,但它却是人们最基本的交互方式。早期多被用于工控计算机、POS 机终端等工业或商用设备中。

20 世纪 70 年代,美国军方首次将触摸屏(Touch Panel)技术应用于军事用途,此后该项技术逐渐向民用转移,并且随着网络技术和互联网应用的普及,新一代触摸技术和产品相继出现,其坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等优点得到大众的认同。目前,这种最为轻松的人机交互技术已经被推向众多领域,除了应用于个人便携式信息产品(如使用手写输入技术的 PC、PDA、AV 等)之外,应用领域遍及信息家电、公共信息(如电子政务、银行、医院、电力等部门的业务查询等)、电子游戏、通信设备、办公室自动化设备、信息收集设备及工业设备等。

1971 年,美国 Sam Hurst 博士发明了世界上第一个触摸传感器。虽然用这个传感器制作的触摸屏并不很清晰,但却是人类研究触摸屏技术的开端。1973 年这项技术被美国《工业研

究》评选为当年年度 100 项最重要的新技术产品之一。在随后的 40 年间，触摸屏已经派生出了红外式触摸屏、电阻式触摸屏、表面声波式触摸屏和电容式触摸屏几种。

触摸屏从诞生起就受到人们的关注。1982 年，Tennessee 的 Knoxville 公司在世界交易会上的美国馆中，第一次展出了 33 台使用新式透明触摸敏感控制板的电视机，对很多人来说，这是第一次观看和使用触摸屏。

1991 年，触摸屏进入中国，当时只是代理国外的红外式和电容式触摸屏产品。1993 年，中国红外式触摸屏技术基本成熟，在这期间，逐渐产生了触摸自助一体机 KIOSK 的雏形。触摸屏技术在我国的应用虽然只有 20 年的时间，但是它已经成了继键盘、鼠标、手写板、语音输入后最为普罗大众所易于接受的计算机输入方式。因为利用这种技术，用户只要用手指轻轻地触碰计算机显示屏上的图符或文字就能实现对主机的操作，从而使人机交互更为直截了当，这种技术极大方便了用户，非常适合多媒体信息查询。同时，这种人机交互方式赋予了多媒体崭新的面貌，是极富吸引力的全新多媒体交互设备。1996 年诞生了中国第一台自主开发的触摸自助一体机。

2007 年 iPhone 手机的推出，成为触摸行业发展的一个里程碑。苹果公司把一部至少需要 20 个按键的移动电话，设计得仅需三四个按键，剩余操作则全部交由触摸屏完成。除赋予了使用者更加直接、便捷的操作体验之外，还使手机的外形变得更加时尚轻薄，增加了人机直接互动的亲切感，引发消费者的热烈追捧，同时也开启了触摸屏向主流操控界面迈进的征程。

随着计算机技术和网络技术的发展，触摸屏现在已广泛应用在销售点 POS 自助服务机、信息查询设备、娱乐设备、计算机为基础的训练和仿真、医疗设备、移动和手持式系统、工业控制设备、办公自动化设备、信息家电等各个领域，它已渗透到人们生活的各个方面。

目前，触摸屏应用范围已变得越来越广泛，从工业用途的对工厂设备的控制和操作系统、公共信息查询的电子查询设施、商业用途的提款机到消费性电子的移动电话、PDA、数码相机等，都可看到触摸屏的身影。当然，这其中应用最为广泛的仍是手机。根据调研机构 ABI Research 报告指出，2008 年采用触摸式屏幕的手机的出货量已超过 1 亿部，预计 2012 年采用触摸界面的手机出货量将超过 5 亿部。

有迹象表明，触摸屏在电子产品消费中的应用范围正从手机屏幕等小尺寸领域向具有更大屏幕尺寸的笔记本电脑拓展。目前，戴尔、惠普、富士通、华硕等一线笔记本电脑品牌厂商都计划推出具备触摸屏的笔记本电脑或 UMPC。当然，目前关于配备触摸屏的笔记本电脑是否能从 10 英寸以下的低价笔记本电脑或 UMPC，扩大到 14 英寸以上的主流笔记本电脑市场，业界仍存争论。因为对于主流笔记本电脑或台式计算机来说，消费者多已习惯了使用键盘及鼠标进行输入，不像小尺寸笔记本电脑，因可容纳的键盘数量有限，需触摸屏加以辅助，达到更直观的人机沟通目的。

微软正式推出的 Windows 7 带起 PC 市场多点触摸需求，并联合多家 PC 业者展出新款触摸计算机产品，纷纷推出多点触摸台式计算机及笔记本电脑。多家业者认为触摸屏市场未来的发展前景十分诱人。同步展示 Windows 7 触摸计算机的业者包括宏基、华硕、惠普、微星等，利用 Windows 7 支持多点触摸，设计出触摸台式计算机、笔记本电脑产品，将手机市场盛行的触摸应用带入 PC 市场。

目前的触摸计算机以 Allinone 台式计算机为主。业者也推出少数几款多点触摸笔记本电

脑来测试市场反应。Windows 7 直接支持多点触摸应用，相比较一般触摸计算机仅支持单指在屏幕上操作，多点触摸计算机可以用两指翻转照片、涂鸦、写字、调整视窗等操作。

目前来看，多点触摸计算机基于 Windows 7 搭配多点触摸屏幕，配备较高的硬件规格。至于少数业者推出的多点触摸笔记本电脑，则锁定 12 英寸以下机种，采用平板电脑设计，借多点触摸让平板电脑的操作更直观化。

目前，各家触摸屏厂商推出供应 Windows 7 搭配的多点触摸解决方案，主要包括投射电容式、改良电阻式及光学感应技术等。

由于 Windows 7 主打的功能特色在于多点触摸，因此目前推出搭配的触摸技术均以具备多点触摸为主。过去虽然投射电容式技术在多点触摸方面的表现最受瞩目，不过由于其发展中大尺寸仍有相当高的门槛，现阶段实际可量产的供应商有限，且价格也偏高。

## 1.2 触摸屏原理及特性

### 1.2.1 触摸屏原理

触摸屏的本质是传感器，触摸屏的基本原理是用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏时，所触摸的位置（以坐标形式）由触摸屏控制器检测，并通过接口（如 RS-232 串行口）送到 CPU，从而确定输入的信息。

触摸检测装置一般安装在显示器的前端，主要作用是检测用户的触摸位置，并传送给触摸屏控制器。当手指或其他介质接触到屏幕时，依据不同感应方式，检测电压、电流、表面声波或红外线等，以此测出触点坐标位置，并将坐标位置信息传送给 CPU。它同时能接收 CPU 发来的命令并加以执行。

典型的电阻式触摸屏的工作部分一般由 3 部分组成：两层透明的阻性导体层、两层导体之间的隔离层、电极，如图 1-2 所示。阻性导体层选用阻性材料，如钢锡氧化物（ITO）涂在衬底上构成，上层衬底用塑料，下层衬底用玻璃。隔离层为黏性绝缘液体材料，如聚酯薄膜。电极选用导电性能极好的材料（如银粉墨）构成，其导电性能大约为 ITO 的 1000 倍。

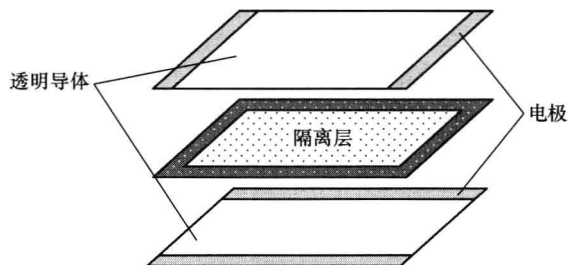


图 1-2 触摸屏结构

触摸屏工作时，上下导体层相当于电阻网络，如图 1-3 所示。当某一层电极加上电压时，会在该网络上形成电压梯度。如有外力使得上下两层在某一点接触，则在电极未加电压的另一层可以测得触摸处的电压，从而知道触摸处的坐标。例如，在顶层的电极（ $X^+$ ， $X^-$ ）上加上

电压，则在顶层导体层上形成电压梯度，当有外力使得上下两层在某一点接触时，在底层就可以测得触摸处的电压，再根据该电压与电极 ( $X+$ ) 之间的距离关系，就知道该处的  $X$  坐标，然后将电压切换到底层电极 ( $Y+$ ,  $Y-$ ) 上，并根据在顶层测量触摸处的电压，从而知道  $Y$  坐标。

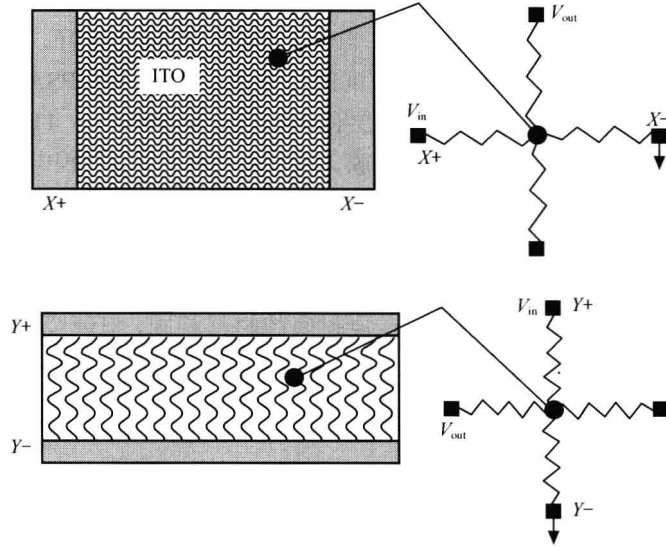


图 1-3 触摸屏下导体层的电阻网络

触摸屏简单地讲就是输入和输出合二为一，不再需要机械的按键或滑条，显示屏就是人机接口。图 1-4 所示为感应电容式触摸屏结构图，它由显示器、触摸屏、触摸屏控制器和主 CPU 构成，触摸屏和触摸屏控制器是整个模组的核心。

触摸屏模组示意图如图 1-5 所示，从上到下依次是：表面护罩、覆盖层、掩膜层与标示层、光学胶、第一层感应单元与衬底、光学胶、第二层感应单元与衬底、空气层或光学胶、LCD 显示屏。

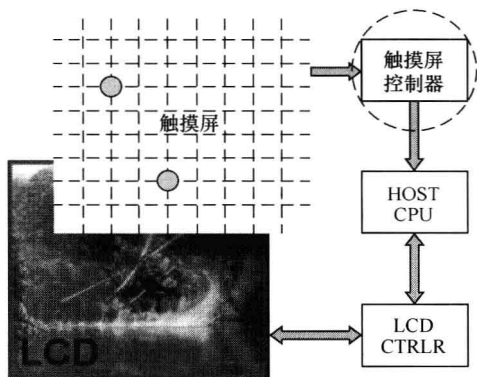


图 1-4 感应电容式触摸屏结构

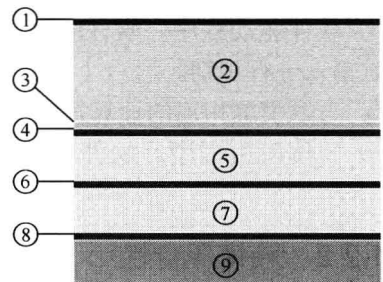


图 1-5 触摸屏模组示意图

表面护罩厚度通常小于  $100\mu\text{m}$ ，所有塑料覆盖层上面都需要硬护罩，这是因为手指触摸会划伤塑料表面，如果覆盖层是玻璃，可以不需要表面护罩，但玻璃必须经过化学加强或淬火处理。表面护罩需要与覆盖层进行光学匹配，以免光损失过多。

覆盖层厚度一般为  $0\sim 3\text{mm}$ ，并不是所有的触摸屏都需要覆盖层，覆盖层越薄越可以获