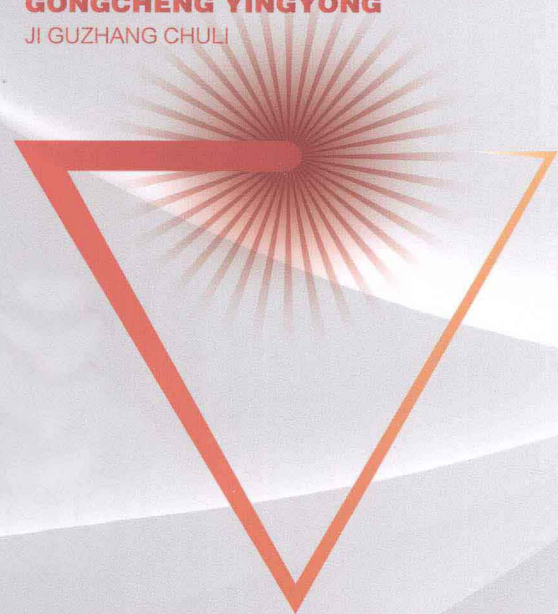




快速掌握 触摸式人机界面工程应用 及故障处理

周志敏 纪爱华 编著

KUAI SU ZHANG WO CHU MO SHI REN JI JIE MIAN
GONG CHENG YING YONG
JI GU ZHANG CHU LI



来源于实践 服务于工程▶▶▶



化学工业出版社



快速掌握

触摸式人机界面工程应用 及故障处理

KUAI SU ZHANG WO CHU MO SHI REN JI JIE MIAN
GONG CHENG YING YONG
JI GU ZHANG CHU LI

周志敏 纪爱华 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

快速掌握触摸式人机界面工程应用及故障处理/周志敏, 纪爱华编著. —北京: 化学工业出版社, 2013.9
ISBN 978-7-122-17847-3

I. ①快… II. ①周… ②纪… III. ①人机界面-系统设计②人机界面-故障修复 IV. ①TB11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 150105 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 杨 帆
装帧设计: 王晓宇



出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 374 千字 2013 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD



触摸式人机界面是一种最新的人机交互设备，它可以让使用者只用手指轻轻地触摸显示屏上的图符或文字，就能实现对自动控制系统的操作，使人机交互更为直截了当。

触摸式人机界面是目前最简单、方便、自然的一种人机交互方式。它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。触摸式人机界面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、家用电器等领域。

触摸式人机界面具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等优点。触摸式人机界面已是自动化控制系统必不可少的设备。触摸式人机界面技术的发展已引起了国内外人机交互界的普遍关注，触摸式人机界面产品的开发、研制、生产、应用已成为发展前景十分诱人的朝阳产业。目前，随着触摸式人机界面技术的广泛应用及潜在的市场，触摸式人机界面显示出了强大的发展潜力，并形成完整的触摸式人机界面开发、研制、生产、应用产业链。

为适应国内触摸式人机界面技术的发展与工程应用，本书以从事触摸式人机界面技术开发、工程应用及维护维修的工程技术人员为读者对象，系统地阐述了触摸式人机界面技术的基础知识和最新工程应用技术，以及维护与故障处理方法。本书在写作上尽量做到实用性，力求做到通俗易懂和结合实际，使得从事触摸式人机界面技术开发、设计、应用及维护与故障处理的工程技术人员从中获益。

本书由周志敏、纪爱华编著，周纪海、纪达奇、刘建秀、顾发娥、纪达安、纪和平、刘淑芬、陈爱华等同志为本书编写提供了帮助，本书在写作过程中得到了国内外的专业学者和触摸式人机界面制造商的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编著者

CONTENTS

目 录

1 第1章 触摸屏式人机界面基础知识 Page 001

1.1 触摸屏原理及特性	001
1.1.1 触摸屏技术	001
1.1.2 触摸屏原理	004
1.1.3 触摸屏特性	007
1.2 触摸屏分类及性能比较	009
1.2.1 触摸屏技术的类型	009
1.2.2 触摸屏性能比较	012
1.3 工业触摸屏式人机界面	014
1.3.1 人机界面定义及与触摸屏的区别	014
1.3.2 工业人机界面与工业自动化及发展趋势	016
1.3.3 工业触摸屏式人机界面功能及分类	019
1.3.4 工业触摸屏式人机界面的应用	021
1.3.5 工业触摸屏式人机界面应用定义及选择	024

2 第2章 威纶触摸屏式人机界面工程应用 Page 033

2.1 威纶 MT500 系列触摸屏式人机界面安装与工程创建	033
2.1.1 威纶 MT500 系列触摸屏式人机界面安装	033
2.1.2 威纶 MT510 系列触摸屏式人机界面工程创建	036
2.2 威纶触摸屏式人机界面工程应用技巧	046
2.2.1 威纶 MT500 系列触摸屏式人机界面与 PLC 的“一机多屏”连接方式	046
2.2.2 威纶 MT500 系列触摸屏式人机界面与 PLC 的“一屏多机”连接方式	049
2.2.3 威纶 MT500 系列触摸屏式人机界面主-从通信协议	053
2.2.4 EasyBuilder8000 功能	066

2.2.5	威纶 MT8000 系列触摸式人机界面通过以太网与多台人机联机	069
2.2.6	威纶 MT510T 系列触摸式人机界面双串口工程应用	072
2.2.7	威纶 MT600/8000 系列触摸式人机界面安装及接线	074
2.2.8	威纶 MT8000 系列触摸式人机界面的远程监控和远程下载	082
2.2.9	威纶 MT8000 系列触摸式人机界面与 OMRONCJ、CS、CPPLC 通信范例	086

3 第3章

富士触摸式人机界面工程应用

Page
090

3.1	富士触摸式人机界面特点及安装	090
3.1.1	V8 系列触摸式人机界面特点	090
3.1.2	V8 系列触摸式人机界面的 V-SFTVer.5 安装	093
3.1.3	V8 系列触摸式人机界面操作	096
3.1.4	V8 系列触摸式人机界面连接设备设定	099
3.1.5	V8 系列触摸式人机界面的通信电缆传送	108
3.2	富士触摸式人机界面工程应用解决方案	114
3.2.1	富士触摸式人机界面与 PLC 通信解决方案	114
3.2.2	富士触摸式人机界面与 EC20 系列 PLC 通信解决方案	117

4 第4章

台达 DOP 触摸式人机界面工程应用

Page
121

4.1	台达 DOP 系列触摸式人机界面	121
4.1.1	台达 DOP 系列触摸式人机界面特点及 COMPort 定义	121
4.1.2	Screeneditor 安装及通信	124
4.2	台达 DOP 系列触摸式人机界面工程应用解决方案	132
4.2.1	台达 DOP 触摸式人机界面与西门子 S7-200PLC 通信	132
4.2.2	台达 AE 系列触摸式人机界面与高压变频器通信	135
4.2.3	台达 DOP 系列触摸式人机界面一机多屏应用	138
4.2.4	宏程序编辑及台达 DOP 通信实例	142
4.2.5	EC20 系列 PLC 与台达通信	148

5 第5章 三菱触摸式人机界面工程应用

Page
155

5.1 三菱触摸式人机界面	155
5.1.1 三菱触摸式人机界面型号与特点	155
5.1.2 三菱 GTO 安装与操作	157
5.1.3 三菱 GTO900 触摸式人机界面通用设置	160
5.2 三菱 GOT 工程应用技巧	169
5.2.1 三菱 GOT-A900 通过以太网与 Q 系列 PLC 通信设置	169
5.2.2 三菱 GOT-A900 网关功能的应用技巧	171
5.2.3 三菱 GOT-A900 与西门子 S7-300 系列 PLC 连接	173
5.2.4 三菱触摸式人机界面使用 CF 卡技巧	176
5.2.5 三菱 GOT 与变频器的 RS-485 通信	179

6 第6章 触摸式人机界面维护及故障处理

Page
185

6.1 触摸式人机界面的维护与使用	185
6.1.1 触摸式人机界面的维护及检查	185
6.1.2 触摸式人机界面的使用要点及注意事项	189
6.2 触摸式人机界面故障检查方法	190
6.2.1 触摸式人机界面故障分类	190
6.2.2 触摸式人机界面维修流程	194
6.2.3 触摸式人机界面故障诊断技术与维修原则	198
6.2.4 触摸式人机界面故障检查方法	203
6.3 触摸式人机界面故障分析及处理方法	212
6.3.1 红外式触摸式人机界面故障分析及处理方法	212
6.3.2 电阻触摸式人机界面故障分析及处理方法	215
6.3.3 表面声波式触摸式人机界面故障分析及处理方法	219
6.3.4 电容触摸式人机界面故障分析及处理方法	230

第1章

触摸式人机界面基础知识

1.1 触摸屏原理及特性

1.1.1 触摸屏技术

(1) 触摸屏

触摸屏是用手指或其他触摸感应介质直接触摸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。不用学习，人人都会使用，是触摸屏最大的魔力，这一点无论是键盘还是鼠标，都无法与其相比。

随着多媒体信息查询量的与日俱增，人们越来越多地应用到触摸屏，因为触摸屏不仅适用于中国多媒体信息的查询，而且具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等许多优点。利用这种技术，用户只要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计算机的操作，从而使人机交互更为直截了当，这种技术大大方便了那些不懂计算机操作的用户。

触摸屏是最适合信息查询的输入设备，各发达国家都在积极进行着触摸屏的研发，触摸屏也从低档向高档迅速发展，从红外线式、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。性能越来越优越，技术越来越先进，如表面声波式触摸屏的屏面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。

(2) 触摸屏系统构成

触摸屏早在多年前就已经广泛被用于如工控计算机、POS 端点计算机、手持式 PDA、博弈机台、嵌入式系统等计算机设备中，这些应用领域的特点是：多半是应用环境不方便使用键盘、鼠标进行输入，或是根本就是仅需简单的按键输入操作，利用触摸屏就能解决多数的操作需求，待需要进阶操控、重新设定时，再利用键盘、鼠标进行操作。图 1-1 显示了不同触摸传感器的形状和应用。

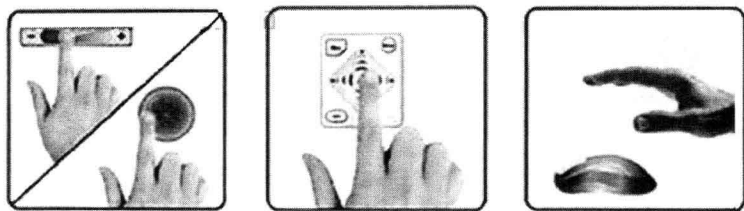


图 1-1 滑块、滚轮、触摸按钮和临近传感应用

触摸屏由触摸检测组件和触摸屏控制器组成，触摸检测部件安装在显示器面板前面，用于检测用户触摸位置，接受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，并将它转换成触摸坐标，再送给 CPU，它同时也接收 CPU 发来的命令并加以执行。触摸屏无论是应用于计算机、笔记本电脑，还是在手机或工业控制领域，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

前面板或外框是触摸屏终端产品的表层，在某些产品中，该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，这种情况下外框仅仅起装饰作用。

2) 触摸控制器

通常，触摸控制器是一个小型的微处理器芯片，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刷电路（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前面，使得面板的触摸区域能覆盖显示器的可视区域。如今市场上有许多种不同的触摸传感技术，各自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，从而产生一个电压变化信号。这个电压变化信号将被触摸控制器接收，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在传统显示器上，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。但在触摸屏产品选择显示器中还考虑其辐射电平，因显示器辐射的电气噪声将对触摸传感器输出的微小电信号产生干扰，为此显示器的辐射电平是影响触摸产品可靠性的重要因素。

5) 系统软件

触摸屏系统软件可以来自原厂商（在嵌入式系统的嵌入式 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起工作，它将告诉用户产品的操作系统如何解析来自触摸控制器的触摸事件信息。在 PC 型应用中，绝大多数触摸屏的操作像一个鼠标。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，嵌入式控制器必须将出现在屏幕上的信息与接收到触摸的位

置进行比对。

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、触觉等感官的需求,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都是将用户的视觉和触觉分开来处理的。

虽然大多数人利用视觉与听觉与计算机交互,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。触觉在希腊语中的意思是“抓或摸”,这里是指设备产生可被感觉到(而不是被看到或听到)的输出能力。触觉输出通常是力或振动,触觉也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,尽管触觉在计算机游戏中的使用率很高,但它也同样可以应用于工业控制领域中。例如,触觉让使用者能触摸和感觉到计算机辅助设计、计算机辅助制造(CAD、CAM)及类似系统中的对象。探针可向系统软件发送数字反馈信号,而所有电子操控与制动系统则能为操作者提供实际的反馈,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。

触觉最简单的示例或许就是一个旋钮,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、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。

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,而触觉则使用户可以真正感觉到它们,按下一个按钮,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,也许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。

因为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,因此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。

目前,触摸屏主要分为三大类:单点触摸;多点触摸识别手指方向;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触摸屏均支持这种功能。另外,一直难以实现多点触摸的电阻式及表面声波式触摸屏方面,也出现了支持这种功能的技术。在电阻式触摸屏方面,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。在表面声波式触摸屏方面,Touch panel Systems已将支持2点触摸的表面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,比如手写输入的便携式游戏机及电子记事本采用电阻式触摸屏、支持多点触摸的便携终端采用电容式触摸屏、使用20in(英寸 $1\text{in}=0.0254\text{m}$)左右屏幕的售票机及个人计算机采用光学式触摸屏,要求耐久性好、支持

大屏幕及分辨率高的公共信息终端采用表面声波式触摸屏等。

不过,上述各方式触摸屏的进步速度惊人,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,所以其透光率以及其抗眩、抗反射特性也相对重要。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%,这就使得到达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。但新一代电容式触摸屏的透光率为 91.5%,在其表面有抗眩、抗反射处理能力。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来提高亮度,因此节省了许多的成本。

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设备用的,相对定位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至于出现偏差。这些对采取绝对坐标定位的触摸屏来说都不需要;其次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力反馈反应。这是现在困扰设备厂商的最大问题,如何解决触摸屏没有真实操作手感缺失问题,各设备厂商们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实现力反馈,这种技术目前已在智能手机及数字终端等设备上广泛应用。

触摸提供了真实的互动方式,人机界面中元素的移动、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,存在以下问题:

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 个像素,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,在手机屏幕上以大拇指为圆心,大拇指指长为半径的约四分之一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。至于缺点,也会在进化过程中慢慢优化。

1.1.2 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)由触摸传感器检测,并传送给触摸屏控制器处理后,在通过接口(如 RS-232 串行口)送到 CPU,从而确定输入的信息。

触摸传感器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，触摸屏控制器同时能接收 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三部分组成，如图 1-2 所示：两层透明的阻性导体层、两层导体之间的隔离层、电极。阻性导体层选用阻性材料，如铟锡氧化物（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。

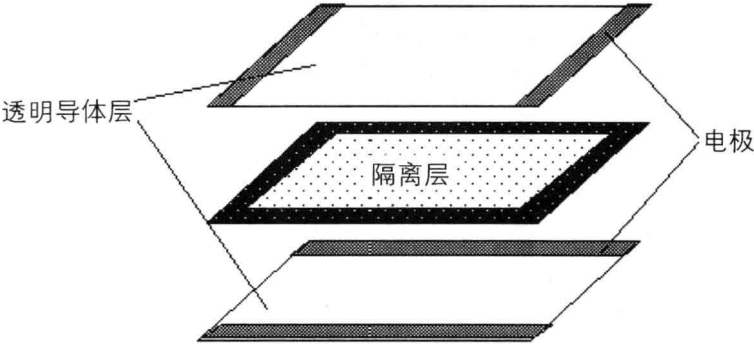


图 1-2 触摸屏结构

在电阻式触摸屏工作时，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。比如，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，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，知道该处的 X 坐标。然后，将电压切换到底层电极（ $Y+$ ， $Y-$ ）上，并在顶层测量触摸处的电压，从而知道 Y 坐标。

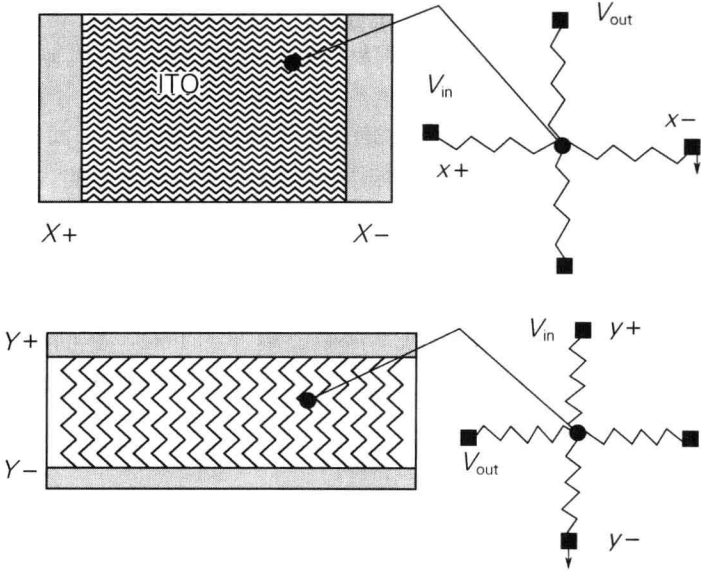


图 1-3 触摸屏下导体层的电阻网络

触摸屏简单地讲就是将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，其由显示器、触摸屏、触摸屏控制器、主 CPU 构成，触摸屏和触摸屏控制器是整个系统的核心。

电容式触摸屏结构示意图如图 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。

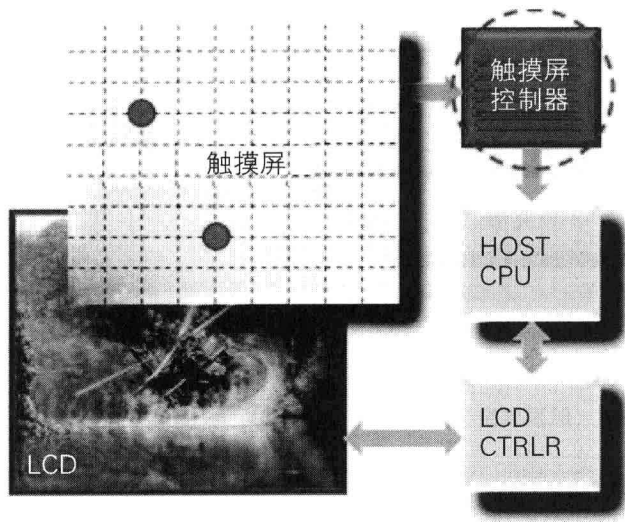


图 1-4 感应电容式触摸屏结构

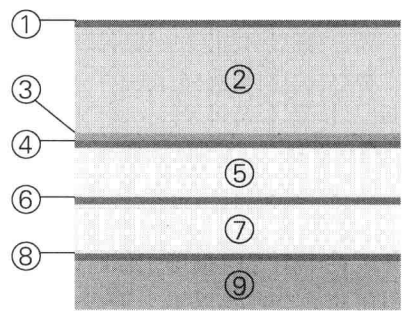


图 1-5 电容式触摸屏结构示意图

表面护罩通常小于 100 μm 厚度，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。

覆盖层可以是 0~3mm 厚，并不是所有的触摸屏都需要覆盖层，覆盖层越薄，越可以获得更高的信噪比和更好的感应灵敏度。常用材料有：聚碳酸酯、有机玻璃和玻璃。

第三层是掩膜层与标示层，它的厚度大约是 100mm。掩膜层位于覆盖物的下面，可以隐藏布线和 LCD 的边缘等。在设计中允许增加标示性文字或图标，即标示层。不过标示物必须相当平整地压在 ITO 的衬底上，而且标示物材料应该是非导电的。

第四层是光学胶，厚度为 25~200mm。光学胶越薄，信噪比越好，高介电常数的光学胶可有更好的感应手指电容，从而也能获得更高的信噪比。通常应用 PSA 压敏胶。

第五层为感应单元与衬底，ITO 涂层的厚度小于 100nm，ITO 涂层衬底可以是 100 μm ~1mm 的玻璃或是 25~300mmPET 薄膜。越厚的 ITO，单位面积电阻越低，信噪比越好；越薄的 ITO，透光率越好。如果 ITO 做在玻璃衬底的下表面，玻璃衬底可以作为表面覆盖物。

第六层又是一层光学胶，与前一层光学胶相比，这一层光学胶越厚信噪比越好，这一层光学胶通常与异向导电胶结合使用。

第七层是感应单元与衬底，它与第一层衬底的材料相同，但薄膜与玻璃不能混合使用。如果 ITO 在衬底上表面，厚的衬底可以获得更高的信噪比；如果 ITO 在衬底的下表面，薄

的衬底使信噪比更高。同样,在边缘区域要求采用异向导电胶,现在已有单衬底工艺来简化生产和降低成本。

第八层是空气或光学胶层,空气的介电常数等于 1,这可以减小来自 LCD 上表面的寄生电容。假如使用光学胶,可以使安装更坚固。但需要进行光学参数匹配以使得光损失更小,需要选择低介电常数的光学胶,还要保证 ITO 感应单元与 LCD 上表面之间的距离最小(250mm)。

最后是 LCD 屏,对于触摸屏设计来说,LCD 是一个噪声源,噪声来自于背光、LCD 像素的驱动控制信号,通常不采用被动点阵 LCD,这会在 LCD 的正面产生高压信号,尽量使用带 V_{com} 的有源点阵屏,这可构成虚地或屏蔽功能;如果确实需要采用被动点阵 LCD,需要在触摸屏中再增加一个 ITO 屏蔽层,屏蔽层必须接地,以去除寄生电容 C_p 的影响。涉及触摸屏技术的部件共有六个:

- ① 触摸感应器。有电容式、电阻式、表面声波式、红外式等。
- ② 显示器。可以安装触摸感应器的阴极射线管(CRT)、LCD 或等离子显示器。
- ③ 控制器。可以使触摸感应器像其他外设一样工作。
- ④ 软件驱动程序。实现控制器和计算机操作系统之间的通信,并协助控制器对输入进行识别。
- ⑤ 与触摸屏相连的计算机(通常为 PC),以运行终端用户在访问时选择的选项。
- ⑥ 软件应用程序。能够针对特定应用开发新的或定制已有的触摸应用程序。

1.1.3 触摸屏特性

1) 透明性能

触摸屏是由多层的复合薄膜构成,透明性能的好坏直接影响到触摸屏的视觉效果。衡量触摸屏透明性能不仅要要从它的视觉效果来衡量,它应该至少包括四个特性:透明度、色彩失真度、反光性和清晰度。

在没有完全解决透明材料技术之前,或者说还没有低成本的很好解决透明材料技术之前,多层复合薄膜的触摸屏在各波长下的透光性还不能达到理想的一致状态,如图 1-6 所示。

① 透明度。平常所说透明材料的透明度也只是平均透明度,透明材料的平均透明度越高越好。

② 色彩失真度。色彩失真度也就是图 1-6 中的最大色彩失真度,色彩失真度越小越好。

③ 反光性。反光性主要是指由于镜面反射造成图像重叠后的光影,如人影、窗户、灯光等,反光是触摸屏带来的负面效果,反光性越小越好,它影响用户的浏览速度,严重时甚至无法辨认图像字符,反光性强的触摸屏使用环境受到限制,现场的灯光布置也被迫需要调整。大多数存在反光问题的触摸屏都提供了另外一种经过表面处理的型号:磨砂面触摸屏,也叫防眩型。防眩型反光性明显下降,适用于采光非常充足的大厅或展览场所,不过,防眩型的透光性和清晰度也随之有较大幅度的下降。

④ 清晰度。有些显示器加装触摸屏之后,字迹模糊,图像细节模糊,整个屏幕也显得模模糊糊,看不太清楚,这就是清晰度太差。清晰度太差是由多层薄膜结构触摸屏的薄膜层之间光反复反射、折射造成的,此外防眩型触摸屏由于表面磨砂也造成清

晰度下降。清晰度不好，眼睛容易疲劳，对眼睛也有一定伤害，选购触摸屏时要注意判别。

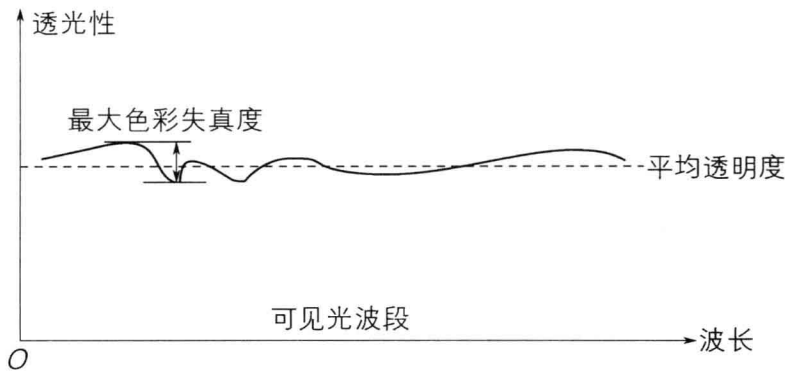


图 1-6 触摸屏透光性

2) 绝对坐标系

传统的鼠标是一种相对定位系统，只和前一次鼠标的位置坐标有关。而触摸屏则是一种绝对坐标系，要选哪就直接点哪，与相对定位系统有着本质的区别。触摸屏与鼠标这类相对定位系统的本质区别是一次到位的直观性，触摸屏在物理上是一套独立的坐标定位系统，每次触摸的数据通过校准数据转为屏幕上的坐标。绝对坐标系的特点是每一次定位坐标与上一次定位坐标没有关系，不管在什么情况下，触摸屏这套坐标在同一点的输出数据都是稳定的。不过由于技术原理的原因，并不能保证同一点触摸的每一次采样数据都相同，那么触摸屏就不能保证绝对坐标定位，这就是所谓的漂移问题。在技术原理上凡是不能保证同一点触摸每一次采样数据相同的触摸屏都免不了出现漂移问题，但对于性能质量好的触摸屏来说，漂移问题并不是很严重。目前，有漂移问题的只有电容式触摸屏。

3) 检测与定位

各种触摸屏技术都是依靠传感器来工作的，甚至有的触摸屏本身就是一套传感器。各自的定位原理和各自所用的传感器决定了触摸屏的反应速度、可靠性、稳定性和寿命。触摸屏的传感器检查方式还决定了该触摸屏如何识别多点触摸，如超过一点的同时触摸；如有人触摸时接着旁边又有人触摸。这是触摸屏使用过程中经常出现的问题，最理想的方式是：超过一点的同时触摸谁也不判断，一直等到多点触摸移走，有人触摸接着又有人触摸应该是分先后判断，当然是要在技术上可行。

4) 分辨率

触摸屏的分辨率是指将屏幕分割成可识别的触摸数目，通常用水平和垂直方向上的触摸数目来表示，如 32×32 。有的人认为触摸屏的分辨率越高越好，其实并非如此，在选用触摸屏时应根据具体用途加以考虑。采用模拟量技术的触摸屏分辨率很高，可达到 1024×1024 ，能胜任一些类似屏幕绘画和写字（手写识别）的工作。而在多数场合下，触摸技术的应用只是让人们用手触摸来选择软件设计的“按钮”，没有必要使用非常高的分辨率。例如在 14in 显示器上使用触摸屏时，显示区域的实际大小一般是 $25\text{cm} \times 18.5\text{cm}$ ，一个分辨率为 32×32

的触摸屏就能把屏幕分割成 1024 个 $0.78\text{cm} \times 0.58\text{cm}$ （比一支香烟的直径还细小）的触点。人的手指按压触摸屏的触摸面积比香烟的直径大多了，所以 $0.78\text{cm} \times 0.58\text{cm}$ 这样一个触点就已经足够了。

1.2 触摸屏分类及性能比较

1.2.1 触摸屏技术的类型

（1）触摸屏技术分类

按照触摸屏的工作原理和传输信息的介质，可以把触摸屏分为四种：电阻式、电容式、红外式以及表面声波式。每一类触摸屏都有其各自的优缺点，要了解哪种触摸屏适用于哪种场合，关键就在于要掌握每一类触摸屏的工作原理和特点。

1) 电阻式触摸屏

电阻式触摸屏是由压力接通触摸屏上下二层电阻网络，由电阻分布决定压力点的位置。目前市场上有四线、五线、六线、七线、八线式各种组合，各类电阻式触摸屏均有其优缺点，但以四线及五线最为普及。电阻式触摸屏技术原理简单、门槛低、定位准确，上下游整合完整，但无法进行多手指检测，且反应较不灵敏，怕刮易损，寿命较短为其主要缺点，手写式手机屏幕多为此类。

2) 表面声波式触摸屏

利用声波发生器将声波传送至平面玻璃，造成均匀分布的表面声波，当均匀分布的表面声波被手指或软性介质触碰，即产生声波遮断并以此计算触碰位置。表面声波式触摸屏是一个针对 X 和 Y 轴的有发送和接收的压电传感器，控制器发送电信号至发射传感器，并在平面玻璃的表面内将信号转换成表面声波。通过反射器阵列，这些波覆盖整个触摸屏。对面的反射器收集和控制这些波至接收传感器，将他们转换成电信号。用户触摸时吸收了传播波的一部分，接收压电传感器将接收到的对应 X 和 Y 坐标的信号与存储的数字分布图相比较，从而识别变化并计算出坐标。表面声波式触摸屏清晰抗暴，适于各种场合，缺点是成本高，上下游整合不易，且无法做多点检测，其应用受到较大的限制，表面的水滴、尘土会使触摸屏变得迟钝，甚至不工作。

3) 电容式触摸屏

电容式触摸屏的原理类似电阻式，但其是通过计算电容值而非电阻值来确定触摸位置，主要应用在中大尺寸的触摸屏上。电容式触摸屏技术可以分为表面电容式和投射电容式，表面电容式技术是在玻璃面板上涂有相同的导体，围绕面板边缘的电极在整个导电层平均分配电压，建立一个相同的电场。触摸时就会从各个角上得到电流。通过控制器测量从各个角上获得的电流比，从而计算出触摸的位置。

投射电容式触摸屏由两个玻璃保护层之间的传感器网格微细线组成，部件可以放置于安装的材料后面，包括防暴的厚达 18mm 的玻璃。投射电容式触摸屏将上下电极以 X 轴、 Y 轴交叉分布构成电容矩阵，当手指触碰时，通过对 X 、 Y 轴的扫描即可检测在触碰位置的电容

变化,进而计算出手指触碰位置。

4) 红外式触摸屏

红外式触摸屏的原理是以红外线的发射与接收构成 X 、 Y 矩阵,当红外线在特定位置被接触物阻隔即可计算出接触物(如手指)的位置,红外式触摸屏主要应用于大尺寸及多点触摸,但功耗高、分辨率差。

高分辨率红外技术使用一个围绕显示器的外框,外框上表面安装有 LED,对边有光感受器。控制器连续发送 LED 光束,以构建一个红外光扫描网格。触摸时就会阻挡每个轴上的一束或多束红外光,这样就可确定相应的 X 、 Y 坐标。红外式触摸屏价格低廉,但其外框易碎,容易产生光干扰,工作在曲面情况下失真。

目前已商业化的触摸屏技术适用范围各具特色,触摸屏技术在手机上的应用,主要采取电阻式触摸屏和电容式触摸屏两种,这两种触摸屏虽然工作原理不同,但其结构形式却有许多相似之处,即都是多层 PET 膜、ITO 玻璃、双面胶层组合而成。

每种触摸方式都在推进多点触摸、大型化及薄型轻量化,但却没有一种方式是适合所有应用的万能方式,选择并灵活运用与产品用途相匹配的方式十分重要。各种方式的触摸屏都各有利弊,位置检测分辨率较高的方式,大型化比较困难;易于大型化的方式,分辨率却又比较低。分辨率及支持的屏幕尺寸等要求的优先顺序,因触摸屏的用途不同而异。因此,正确了解触摸屏各种方式的优缺点,是灵活运用触摸屏的第一步。在此基础上,按照设想的用途要求优先选择触摸屏,同样十分关键。

触摸屏的技术性能主要包括:透射率;屏幕尺寸;分辨率;耐久性;成本;输入方法;按要求的顺序。比较典型的触摸屏方式(电阻式、电容式、红外式及表面声波式)的特点如下:

① 透射率是液晶显示器或等离子显示器因安装触摸屏而导致画质劣化时的衡量指标,透射率越高,画质劣化程度越小。相反,透射率较低时,影像显示会发暗,或者颜色不鲜艳。

透射率特别高的触摸屏是红外式与表面声波式,这些方式将传感器等部件配置在屏幕的显示区域周围,因此对影像显示带来的影响较小。而电阻式及电容式,由于将玻璃及薄膜等部件配置在屏幕显示区域上方,因此对影像显示的影响较大。比较电阻式与电容式,可以说电容式更有优势,因为这种方式不会像电阻式因电极之间的接触而造成表面磨损。

② 触摸屏的屏幕尺寸在各方式之间的差别较大,电阻式目前可支持 22~23in 及以下的屏幕尺寸,电容式又分为可实现多点触摸的投射型,以及只能实现单点触摸的表面型。投射电容式支持的屏幕尺寸不超过 5in。不过,最近已出现最大可支持 10in 屏幕的技术。表面电容式最大可支持近 30in 的屏幕,红外式可轻松实现大屏幕化,新西兰 Next Window 公司已将最大可支持 120in 屏幕的红外式触摸屏产品化。表面声波式也可支持大屏幕技术,Touch panel Systems 已将最大可支持 46in 屏幕的表面声波式触摸屏产品化。

③ 分辨率尤其出色的是电阻式,其次是表面电容式与表面声波式,再次为投射电容式与红外式。分辨率较高时,细微图形及文字等的输入会变得轻松,可手写输入的大部分便携式游戏机及电子记事本都采用电阻式触摸屏。

④ 耐久性尤其出色的是红外式与表面声波式,可以说对输入次数方面的耐久性几乎没