

电子纸成像技术

作者：王金乐

【内容提要】电子纸是一种超薄、超轻的显示屏，可理解为一种“像纸一样薄、柔软、可擦写的显示器”。电子纸的出现，在继承传统纸张符合人类阅读习惯等优点的同时弥补了传统纸张在环境保护、资源消耗方面的弊端，融入电子信息技术和网络传播技术……

电子纸是一种超薄、超轻的显示屏，可理解为一种“像纸一样薄、柔软、可擦写的显示器”。电子纸的出现，在继承传统纸张符合人类阅读习惯等优点的同时弥补了传统纸张在环境保护、资源消耗方面的弊端，融入电子信息技术和网络传播技术，给现代信息传播开辟了一条更加宽广的道路。

由于传统纸张包含的信息量小，更新速度慢当纳利，可重复使用性差，已经无法满足信息爆炸性传播的需求，与电子信息技术相结合的电子纸应运而生，弥补了传统纸张的缺陷和不足，同时给现在电子传媒行业带来了新的惊喜。

此外电子商务，从节约森林资源、保护生态环境的角度出发，可综合电脑和纸张各自优点的“电子纸”给人们带来了希望。世界各大企业都对电子纸投入了极大关注，像美国的朗讯、施乐等公司在电子纸产品的研发方面都已取得实质性突破，并拿出了成型产品。

电子纸特征

谈到电子纸，必然会谈到电子墨水胶片，形象地说，电子纸像是一张薄胶片，而在胶片上涂覆的一层带电的物质便是电子墨水；电子纸也可看做是一个薄薄的内嵌式遥控显示屏，它具有以下特征。

（1）可重写和更新

电子纸可以任意对文字或图像进行重写和更新，因此可浏览大量内容。而普通纸加载的信息是不可更新的电子商务，且传统纸张印刷周期长、信息传播速度慢，使得电子纸在这些方面具有突出的优势。

（2）适合人眼阅读

由于对比度较高，文字和图像清晰，阅读舒适，如电子纸的显示亮度可达到反射型彩色 LCD 的 3~6 倍数字印刷机，在暗处以及日光直射的地方均可浏览。

（3）便于携带

因薄膜轻薄柔软，可适度折叠、卷曲，便于携带。

（4）保持图像

在断电情况下，可长时间显示画面，这种性能又称为双稳态认证，正常阅读时不需要背景灯，标准耗电量不及目前笔记本电脑显示器的千分之一。

电子纸显示技术

目前，施乐公司 PARC 实验室和 E-Ink 公司的电子纸技术走在世界的前列，代表着电子纸的技术发展方向，他们采用的显示技术都是基于双稳态原理纸品包装，结构上也有一些相似之处。此外，可用于电子纸的显示技术还有电化学反应显示、柔性液晶显示、色粉显示、电润湿显示和有机发光显示等。

1. 微胶囊电泳

此技术由美国麻省理工学院和 E-Ink 公司研发。其基本原理是在细胞大小的透明微胶囊内放入蓝色等深色染料液体和浅色带电微粒子，将此微胶囊用胶黏剂黏结到带有透明电极的胶片上，调整电场使浅色粒子电泳，可显示由白色和蓝色形成的图像。白色粒子中使用了氧化钛微粒子标签，这些粒子在蓝色的绝缘性液体中带有稳定分散的电荷。将此微胶囊

以硅树脂胶黏剂涂布到带 ITO（氧化铟锡）电极的胶片上,再以电流方式将负电荷图案施加于（上/下）表面,则白色粒子移至微胶囊的下部,于是电子纸表面显示蓝色图像。若后面施加正电荷,白色粒子移动到微胶囊的上部,则表面变成白色,图像消失。将单一色调的带电粒子换成不同色光的材料,就可以形成彩色图像。现在这种电子纸的厚度已可薄至 0.2mm。这种显示方式存在的主要问题是响应速度只能在 100ms 左右,因此视频图像的连续播映效果不是很理想。橡胶制品

2. 旋转球

美国施乐公司和 3M 公司共同研发了采用旋转球技术的电子纸,即通过电场变化控制双色球的旋转方向,来形成黑白图像或文字。其基本原理是利用电场控制双色球的翻转达到显示颜色的目的。双色球显示器的底板和面板均为透明电极（ITO）,透明电极之间为具有矩阵微孔的橡胶弹性体。橡胶弹性体的微孔中充满油性介质裁切,双色球悬浮于其中。双色球由两种不同的材料构成,其在油性介质中产生不同的界面电势,从而使双色球的两端带有不同的电荷。当给像素电极加上不同极性的电压时,双色球会朝不同的方向翻转,而使像素显示不同的颜色。这些旋转球可以由着色的塑料通过机械方法制备医药包装,但双色球的制备工艺复杂且难于实现完全翻转,对比度也相对较低,且不能实现彩色化。

3. 电化学反应显示

电化学反应显示的基本原理是利用电化学反应中银的析出与溶解作用来显示图像。它由透明电极、银电极以及在两电极之间封入的一层白色乳胶状固体电解质（由聚合物、TiO₂、Ag、卤化物组成）而形成的一种类似“三明治”的结构。工作时,电化学反应使溶解在电解质中的银离子还原为银而析出在透明电极上,看起来呈黑色;反之印刷教育,如果把析出的银溶解到固体电解质中,即可直接看到白色乳胶状固体电解质,而显示白色。目前,该技术制作的电子纸的寿命很稳定,可刷新 100 万次以上分色,但其在低温环境下的响应速度以及密封引起的变质问题还有待解决。

4. 柔性液晶（光写入型电子纸）

光写入型电子纸是一种结合了显示器的瞬时改写性与纸张易用性的器件。这种电子纸本身没有写入功能,它是摄取投射光图像并具有存储性和改写性的介质。其摄取图像与视角无关,分辨率可达 600dpi,显示对比度为 10:1,改写次数在 1 万次以上。柔性液晶显示的工作原理是输纸,将表面积相同的两枚透明电极与具有存储性的胆甾醇液晶与光导电层叠加在一起,黑色遮光板位于液晶层和光导电层之间。基本的写入方式是根据有无光照射,使光导电层的电阻改变,从而控制加在液晶上的电压以实现显示。其厚度仅有 0.3mm,并且非常柔软。由于在电子纸上不用布线乐凯二胶,因而价格低廉且适于制作大显示屏。

5. 色粉显示板

这种显示方法是日本 Bridge

Stone 和千叶大学开发的,其原理类似于电泳显示。在带有 ITO 导电膜透明电极的两块玻璃板之间填入黑色粉末和白色粒子的黏着层,外加电压后,则黑色粉末在电极间移动,显示黑色图案。常用的黑色粉末是炭黑等导电性色粉制版,白色粒子用的是容易滑动的氟化碳微粒子。ITO 电极上涂布有电荷输送层,可起到将正电荷从电极注入色粉的作用。由于输送层电荷的注入,接触下部电极使黑色粉末带正电荷;同时,黑色粉末在与上部电极的负电极产生的库仑力作用下,朝上部电极移动。此时压凹凸,黑色粉末在白色粒子层中移动,并最终抵达上部电极,将电荷输送层当做绝缘层,借助库仑力作用黏附其上,这时喷墨,从上面看是黑色。若转换外加电压的极性,则黑色粉末便朝下部电极移动,并附着于下部电极上的电荷输送层,这时从上面看到的是白色粒子,故呈白色。如此变换外加电压的极性政策法规,就可以显示黑或白。现在,此技术以显示单色图文为主,彩色的电子纸还处在深入研究阶段。