

百变油墨

油墨沿用至今，已有2,000年历史。传统油墨的基本用途是形成图文和色彩。每天都接触到很多油墨的应用：文件、广告、钞票、产品包装、报章杂志等，但是有更多是我们视而不见的。现今，油墨已兼具更多功能。在日益复杂的商业社会，这些功能显得越发重要。它们不单发挥加密、防伪、装饰、认证等功效，更涉及不下十几种前线技术，并早已融入我们的日常生活中。使用油墨印刷的另一个重要特性是稳定持久。然而，亦有技术向着可变内容显示技术这个反方向发展。电子墨的优势就是内容可变，省却大迭纸张信息的累赘。内容随时可变换，轻便灵活。随着技术不断发展，油墨已到达形而上的地步。研究人员索性除去机器中的油墨元素，而直接将油墨转移到纸上，出现无墨列印。虽然电子墨和无墨列印已是偏离了传统印刷技术的范畴，但是跟印刷传递信息的使命是一脉相承，其原创精神亦甚为可取，而且有实际应用可以丰富我们的日常生活，不妨稍作了解。

郑
霭
仪



油墨的守护功能

近年，商业的柯式或数码印刷商也越来越多采用以往只用于印刷官方重要文件的保密技术。录音誉本、赠券、处方簿、票据簿、股票、邮票、彩券、行李标签、等往往使用多种保密印刷技术，确保任何篡改都会原形毕露。产品包装的印刷亦变得越来越复杂和精美，目的是确保其真确性和保障消费者的利益，保密油墨（Security ink）因而成为传统印刷油墨以外的一个独立范畴。它们除了彰显色彩外，更有实际的功能，而且种类很多。

热敏油墨（Thermochromic ink）：

热敏油墨是一种能随著温度变化而变色的油墨。油墨的颜料分为有机和无机两类，而变色的种类可分为可逆转，不可逆转和记忆三类。在钞票上应用的都是可逆转的，意思是感热变色后，一旦离开热源，颜色便可回复原状。不可逆转的是当油墨接触热源后，热力改变了油墨的颜色，亦改变了油墨的化学成分，所以当离开热源后，亦不会回复原来的颜色。热敏记忆油墨是当温度到达一定呈度时便会呈现颜色，降温后不褪色，第二次温度达先前的温度时才褪色，可循环使用。目前可供选择的热敏油墨的温度感应范围一般是15°C，31°C 和 45°C，亦要视乎当地的气候而定。如气候严热的地区，可选择感温度数较高的油墨。



拉脱维亚2008年版的500拉特钞票使用了感温油墨技术。用指尖揉擦就可改变颜色，证明是真钞，很难伪造。



德国包装公司Ball Packaging示范的变色龙汽水瓶上，变色龙可随著温度下降而变色。消费者可藉此看到饮品是否已冰冻可饮用。



Webelow Wear为了提高人们对全球气候暖化的意识，利用热感变色油墨设计这款北极冰冠T-恤。当气温到达36°C时，原来的1980年冰冠便开始「融化」成至2009年的面积。



英国Lion Quality Eggs在其鸡蛋上推出感温油墨标签。鸡蛋蒸煮3分钟后达生软效果；4分钟达半生熟程度，要全熟则要7分钟。由生至熟，标签会不断显示‘Soft’、‘Medium’或‘Hard’字样，让消费者知道鸡蛋的状况。

褪色油墨 (Fugitive Ink)

褪色油墨常用作文件的底色或底纹，遇水或化学药水（如酒精、丙酮、漂白水等），背景图案，线条或颜色会被涂污，褪色油墨更会渗透到纸张内，弄脏纸张内部纤维，无法逆转，有效抗衡局部点涂或洗涤式窜改，以保护用原子笔、墨水笔或毛笔等书写的资料，或显示曾被窜改或伪造的痕迹。



以水性褪色油墨做底色，当窜改或移除文件（如支票、表格）上书写或印刷资料时，则会出现变糊、变色或褪色等不可逆转现象。

光变油墨 (Optically variable ink)

光变油墨含有可折射光线的金属薄片，改变观看角度，就可看到不同的颜色。墨层越厚，折射的效果越好，因此在承印物表面几乎像浮雕图案。这种油墨亦非常昂贵，一般用于印刷细小面积，例如钞票，信用卡和护照上的防伪标记。根据国际刑警的有关统计，目前世界上还未发现

有使用这种技术的伪钞。在品牌保证方面，光学可变油墨亦用于高价的烟草、酒类、药物等包装上。油墨闪耀的效果亦有作为装饰用途。



为遏假票混入，伦敦奥运门票应用到多种防伪印刷，包括条码、磁墨、光变油墨等。



产品的正货标签往往包括隐形墨水、凹版印刷、微缩文字、全息图、光学可变油墨等多种防伪技术。

磁墨 (Magnetic Ink)

磁墨是一种使用纳米科技生产的黑色防伪印刷油墨。磁墨本身含有微细的磁性粉末，可印刷成机器能解读的数字（如序号），其特点是颜色深，在专用检测仪器下可进行检测。适用于多种印刷方式，例如，胶印、丝印、柔版印刷、凸印等。在日常生活中，磁性油墨印刷的应用可见于信用卡，银行户口簿、车票等。

21世纪中，随著电子技术的发展，磁性油墨率先在银行和邮政业务应用，当时并不作为保密用途，而是用于钞票、信件的自动化处理。透过磁墨字符识别技术（MICR），MICR阅读器可识别磁墨印刷的字母或数字，从而进行分类、捆扎；在钞票处理方面，阅读器可自动分辨伪钞、错体或残破钞票。到80年代，磁墨已不限于黑色，而是有四色供选择。现在磁墨印刷是一种专门的保密印刷技术，透过媒体，如纸或磁带，可以机读、手写，或显示图文和照片。



图体的独有样式可见于支票上的序号。

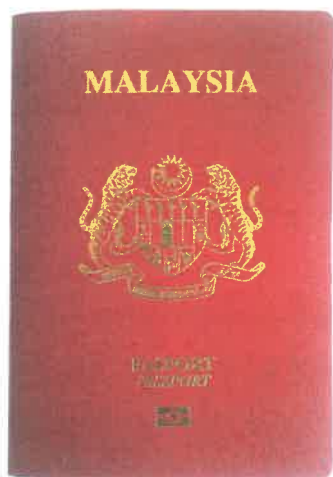
生物特征辨识油墨 (Biometric Ink)

生物特征辨识油墨混入了生物体的DNA分子，来源可能是人，动物或植物，亦可能任意混合。由于排列复杂，来源亦不明，被破解或复制的机会可说是零。鉴定使用这种油墨印制的有价证券、债券、钞票、奖券的方法是从证券或钞票上刮下一点油墨用试剂测检，便可知真伪。生物特征辨识油墨亦可分为隐性—肉眼看不到、显性—可即时辨识、可食用—对人体无害等。混入了DNA分子油墨的文件，即使精密的影印技术亦无法复制。

早在十几年前日常生活中也接触到生物特征辨识技术，生物特征护照是其中之一。它是将持有人的生物特征，如虹膜、视网膜、人脸识别等资料以jpeg格式储存在护照页内的微型无线射频非接触式晶片内，并可由出入境关卡的护照阅读器解读。



全球通用的生物护照的标志



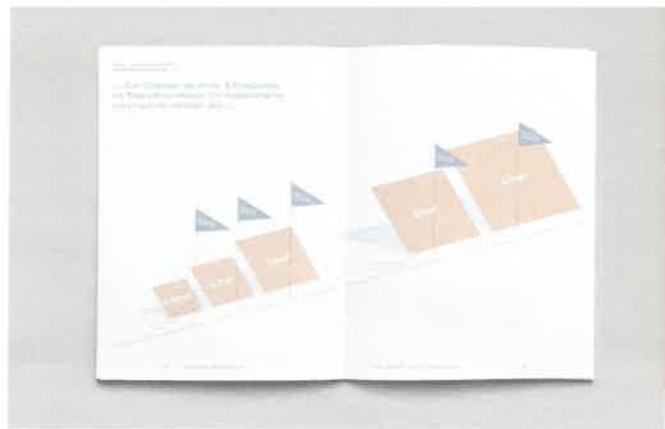
马来西亚于1998年3月向国民发出全球首批生物特征护照。

光敏隐形油墨 (Light sensitive ink)

光敏隐形油墨是最广泛使用的防伪方法之一。它是在光线照射下能发出可见光的油墨。即表面上是无色无形的，只有在紫外光或黑光下才可见。支票、选票、机密文件等都有应用。制作成本相对低，有多色可供选择，而且不会影响承印物的外观。光敏隐形油墨又分为紫外荧光油墨，通常是指紫外光下可见的荧光防伪印刷油墨；光激发变色油墨是指日照下能发出可见光的防伪印刷油墨；此外，还有红外光荧光油墨，是一种或几种吸收近红外光波的物质混入油墨中制成的油墨。在日光下不可见，但在检测仪器下可看到相应的图文。此外，还有二次荧光油墨，在紫外光下是无任何荧光显示的，但假若文件曾被水性油墨去除剂窜改，在紫外光下就原形毕露。这种油墨主要在同一文件但需使用两种荧光油墨时应用，是一种更为隐密的防伪措施。此外，肉眼看不见的条码经过扫描，即可追踪往来记录，得知使用记录和地点。



一间奥地利太阳能公司推出全球第一部利用光敏隐形油墨印制的年度报告—Austria Solar Annual Report 2011。相信这是唯一一部人们愿意看和收藏的报告书。



隐形油墨除了印刷保密资料内，亦可表现于创意用途。Austria Solar的年度报告看上去是无字天书，只有在日光下，文字才会显现出来。

保密油墨配合数码印刷系统适合中量生产的可变数据格式化印刷。Kodak和HP数码印刷系统领头公司都有相关的印刷系统。配合水质颜料或油墨使用的Kodak Versamark VL系列可为承印物加入肉眼看不见的保密特性，适合可变数据印刷商印制需要具备保密、追踪或验证功能的文件，如交易文件、结单、票据等。目前，这种技术已发展得相当成熟，因此成本亦得以降低。据报道，星加坡的证券印刷公司Toppan引入了Kodak的Versamark VL4000印刷系统，从印刷单色的粮单、保密通知书、直邮、个人结单等，转到成本低、个人化的全色印刷方案，因而扩大了客户群。Kodak亚太区数码印刷业务发展经理Cedric Ong表示很高兴能够跟Toppan合作，将VL系列引入东南亚，为这地区的商务数据印刷市场提供按需印刷的数码解决方案。

去年7月，HP亦推出多种专为感热喷墨技术而设的隐形防伪墨水，主要针对产品和文件防伪的需要。HP隐形墨水跟常规油墨的配色方法基本一样。在紫外光下，喷印的防伪标记、文字、图像等内容成像清晰完美，可在各种不含荧光粉的纸上喷印。

HP的Indigo提供较为经济的保密功能，让印刷商为客户提供增值服务，包括个人资料的保障、合法管有权的辨认、控制存取等，能有效阻截违背诚信或违法等活动。Indigo使用HP的ElectroInk纸本墨水技术，跟传统印刷机不同。其使用的隐形墨水能够与其他不会影响文件外观的保密功能合并使用：

字母数字代码：图形呈现数字或号码，合并形成代码，代码可与其他视觉元件一同置于页面上。使用特定关键或符号系统后，字母或数字即可有系统地转换成能够被检查的顺序。

条码：HP Indigo 条码可隐藏于列印文字范围，并可载录无限特殊资料，减少不必要的图形元素。

微型文字：HP Indigo 技术能以极精细的解析度与线条网列印微型文字，未经训练是无法辨识的。

数码水印：文件加上个人化、电脑可辨识的隐藏图样证明出处，并可连结资料库。

电子墨轻甲上阵

在传统的印刷业领域，油墨是显示文字和图像的唯一途径。到目前为止，油墨印刷远比显示屏经济和易读。纸不像电脑，不需要能源驱动，但也有其限制。纸张一经印刷，不能还原，大量的资料亦不方便携带。科学家正发展出一项能代替纸张的革命性技术——电子墨。

电子墨的研究已有20年历史，是时候交出成绩。技术的倡导者是位于美国麻省E Ink。跟印刷不同的是，电子墨可按指令重组信息。它看上去跟一瓶普通的墨水没有分别，但其实内有乾坤。电子墨水其实是大量的微型胶囊 (microcapsules)，这些胶囊的直径跟头发相约，每平方吋大约有100,000个。每个胶囊内的液体中悬浮著带正电的白色粒子和带负电的黑色粒子。设置电场为正时，白色粒子向胶囊顶部移动，因而呈现白色。同时，黑色粒子被拉到胶囊的底部，从而隐藏。若施加相反的电场，黑色粒子就会在胶囊顶部出现，因而呈现黑色。

任何可印上油墨的材料，如纸、玻璃、纤维、标签等都可使用电子墨。它能让任何平面成为显示屏。只需将电子墨涂到附有透明导电膜的基片上，再固定在薄膜电晶体上即成电子「纸」。生产过程跟液晶显示屏相同。虽然生产成本依然比纸张昂贵，但使用既有的生产技术就可以。目前电子墨最广为人知的用途是Kindle电子阅读器。屏幕是

有电子墨夹层的薄膜，并分成精细的矩阵，就像绘图纸的格子一样。这些矩阵如同像素，越密画面越细致。透过输出正负电压，矩阵内的电子墨就可显示特定的图文。现在E Ink已推出彩色版电子纸，适用于显示各种可变内容，包括电子报章杂志、电子文件、签名板、流动销售点、广告等。

就大幅面外墙广告而言，电子墨所需的能源只是1瓦，一个100瓦的灯泡足以启动1000个广告牌。E Ink发言人称，因为电子墨只在图文部份需要电源，因此跟液晶显示屏相比，耗能少100倍。因此所显示的图文若不变，可无需额外电源显示数星期。就室外设计方面，电子墨可应用于墙纸上，墙纸的样式随时可变。



图十三：不断开发电子墨用途的E Ink，将电子墨应用在衣服上，并利用无线宽频更新信息内容。若得到广告商的青睐，难保将来人们可穿上带有电子墨技术的衣服，成为人肉广告牌。

本来无一「墨」

利用印刷技术将信息大规模传播是文明进程里一个重要的元素，油墨就是基本的媒体。40年前，油墨的功能进一步提升，种类亦更多元化。本世纪初，更出现标榜节约环保的无墨打印技术，除了省墨，亦省纸。虽然目前还未能普及，未来的发展可是未知之数。

举例说，热敏纸传真技术就不牵涉油墨，利用色带列印文字和图像。传统的影印机亦不是用油墨，而是利用带静电的碳粉吸附在纸上，再经热处理固定。有技术开发商认为，没有了油墨，印刷机可以更简单、更耐用，印刷商亦可省下大笔成本、维修费用，甚至空间。虽然传真机和影印机都跟尖端科技扯不上关系，跟油墨印刷的质素更相距十万八千里，但是无墨打印技术的概念已蕴酿了好一段时间，研究人员更研发出几种崭新的打印技术，模仿油墨印刷的效果。



2005年成立

的美国公司Zink在2007年宣布

已研发出无墨打印技术，关键是其含有染色晶体的

Zink纸，当晶体接触到适当的热力便会改变颜色，从而显现出高质素图文。由于印刷过程不使用油墨或色带，无额外包装或物件丢弃，更为经济环保。

Zink纸看上去跟普通纸一样，其实它含有黄、红和青的晶体层，上面有涂层保护，下面由基层组成。由Zink纸厂生产出的Zink纸是大幅面的卷筒纸，但可按客户的需求裁切成不同的规格和尺寸。Zink纸也可以配合塑料片和不乾胶使用。Zink首个合作伙伴是以即影即有照像技术见称的Polaroid，重点不在小巧的机身，而是数码即影即有照像技术。Zink纸亦不怕「见光」，它采用热感技术，能即时显像。而是色彩持久，不会因为光线或湿气而褪色。

尽管种种优点，Zink的相片质素亦有可改善的地方。此外就是电池寿命短以及USB端口并非标准规格。目前与Zink技术相容的设备有限，但是去年Zink完成3500万美元融资，进一步开发无墨打印技术，所以有关的应用有待进一步发展。

影印技术公司Xerox亦同样开发无墨印刷技术，但是性质却截然不同。一般来说，印刷的图文是不可擦掉的，但是Xerox研发的无墨印刷却刻意做到容易擦掉。背后的理念是，办公室列印的文件纸张往往只使用很短时间，然后就弃掉。为了减少浪费和响应环保，Xerox研发出一种不需油墨可循环再用的纸。

在无墨打印技术方面，Xerox同样是不甘后人。他们研发

出一种有显色化学物涂层的纸张，在紫外光下，化学色素会变深。这种技术类似一种色调能随日照光暗而变深或变浅的太阳镜片。只要将合适的波长照在纸上，便能打印出文字，用另一种波长则可还原，纸张便可循环再用。即使不再重回，印文也只需维持16至24小时。Xerox则继续进行研究，务求延长印文的寿命，直至再被重用为止。

日本Toshiba已推出一种印后可褪色的‘e-blue’列印系统。核心技术是一种蓝色的碳粉。加热后颜色会消失，看上去像是新纸一样。这种无墨打印系统的操作是由打印机组使用e-blue碳粉将图文印在纸上，稍后，同一张纸可在另一机组将碳粉「除去」。这样，纸张便可多次重复使用，减少浪费和成本。这种技术类似传统的热敏传真纸，文字在一段时间后便会自然褪色，e-blue技术同样是用热力显色，但亦用热力褪色。Toshiba的e-blue系统包括碳粉盒、褪色机组、光电导元件和喷咀。目前，e-blue只提供蓝色，但会继续开发其他颜色。

不论是电子墨还是无墨列印，开发商并不预期可取代印刷、纸张、油墨，甚至电脑，因为这是不可能的。可还原显像或即时重用纸张就表示其无法保存或作为记录的特性。虽然电子纸或电子墨技术不断开发，成本会变低，在日常生活上的应用亦会越广，但并不对印刷业、纸业、油墨行业构成威胁。不论新兴技术和传统行业是否存在竞争，也各自有本身的挑战要面对。各行业只会越来越热闹，并继续共存下去。

¹Zink是无墨打印技术开发商Zero Ink Printing Technology和Zink 纸生产商Zero Ink Paper的缩名。Zink在化学、物理、工程、图像处理等方面均有研究。目前已拥有180多项专利，但核心的技术是无墨全彩打印系统。Zink纸经过特定的设备加热后便可显示，完全不需油墨。