

喷墨打印墨水的发展研究

作者：刘冲、刘红莉

【内容提要】目前，市场上的喷墨打印机主要有两种类型：压电式（如 Epson 产品）和热发泡式（如 HP 公司产品）。

打印机的分类

目前打样，市场上的喷墨打印机主要有两种类型：压电式（如 Epson 产品）和热发泡式（如 HP 公司产品）。

(1) 压电式喷墨打印机墨盒的一端是喷嘴，另一端是压电材料（大多是铅、铝、钛类压电晶体），墨水在压电晶体变形的作用力下，从喷嘴高速压出，喷出后及时由墨盒补入墨水。

(2) 热发泡式打印机在喷嘴附近装有热电阻，由数字信号施加的电流脉冲产生瞬间热量（280℃，升温速度达 100℃/s）对墨水进行快速的局部加热，使周围少量墨水沸腾形成气泡。墨滴在气泡高压的作用下被喷出喷嘴，同时气泡消失并带走热量，墨水通过毛细管作用由墨盒直接补入。

喷墨打印墨水的发展

1970 年科印报告，各种喷墨打印机产品陆续投入市场，作为一种高速度、低噪声的新型非击打式输出设备，发展极为迅速。与此同时，喷墨打印用墨水也得到了快速发展，尤其是彩色喷墨打印墨水。

1974 年数码印刷，德国一家公司首次推出彩色墨水，之后，各大公司加快了对墨水的研究，如美国 IBM 公司，日本富士公司等都进行了这方面的研发工作。特别是 1982 年日本佳能公司的热发泡式打印机问世后 RIP，墨水的研究更加迅速，并开始对墨水配方加以改进。

最早使用的喷墨打印墨水都是染料型墨水，由于这类墨水在纸张纤维中易扩散，耐水、耐光性差，为此提出了很多改进染料结构的方法。如将 C.I.直接黄 157 和 C.I.直接黑 168 的钠盐改为锂盐可提高耐水性。与染料相比，有机颜料可提供良好的耐水、耐光稳定性，并可得到较高的光密度和鲜艳的色彩。颜料型墨水是针对染料型墨水的不足发展起来的新型产品，所用颜料基本为有机颜料，主要问题是要提高颜料的分散稳定性和防止喷嘴堵塞。由于有机颜料墨水所固有的诸多优点，已成为目前研究的热点，颜料型墨水取代染料型墨水已成为必然趋势。

喷墨打印墨水的组成

由喷墨打印设备的原理可看出，无论哪种类型的喷墨打印机都涉及到墨滴的形成与断裂。研究表明，墨滴的断裂时间与表面张力成正比，与其黏度和喷嘴直径成反比；纸张与墨滴的接触角大于 140° 时，易得到高质量的图文。因此一般要求喷墨打印墨水具有一定的黏度、表面张力和酸性。此外折页，为确保打印质量，喷墨打印墨水应满足以下要求：

(1) 具有长期存放的稳定性。墨水在不同温度下长期存放，不应有沉淀析出，其物理性质和颜色不发生变化；

(2) 具有良好的连续性和间歇性打印性能；

(3) 墨水不能与喷嘴发生化学反应，不应引起喷嘴阻塞；

(4) 印迹清晰，干燥速度快，但同时要避免喷射过程和不使用时挥发速度过快；

(5) 打印图文应整洁，印迹无扩散、缺墨、不匀等现象；

(6) 具有良好的颜色、亮度、纯度及色彩饱和度，无明显偏色现象；

(7) 具有耐水、耐光、抗风化性能。

为满足以上性能要求，喷墨打印墨水通常由以下组分组成：溶剂、着色剂、表面活性剂、pH 调节剂、催干剂、杀菌剂、消泡剂、缓蚀剂、保湿剂、染料增溶剂、渗透控制剂及其他一些必要添加剂。

1. 溶剂

溶剂一般采用去离子水和水溶性有机溶剂的混合物，如醇、多元醇、多元醇醚和多元醇等。其作用是提高墨水的稳定性，使其黏度、表面张力等不易随温度改变；促使墨滴在喷嘴处形成薄而脆的膜，再次喷印时易溶解且不堵塞喷嘴；印迹速干等。

一般溶剂的用量为墨水重量的 10%~50%，小于 10% 时作用不明显；大于 50% 时有些染料无法溶解。实际应用中常需要将多种溶剂混合使用。

2. 着色剂

着色剂的作用是使墨水呈现不同颜色，满足打印机多色打印的需要收纸，如 Epson Color

Photo 打印机是采用六色打印。着色剂的好坏直接影响打印质量，打印墨水用着色剂主要是染料（水溶性染料）和颜料（不溶性颜料和分散颜料）两种类型。颜料耐水牢度优于染料，且不易受天气等条件的影响，但由于颜料不是溶解而是分散在墨水介质中，因此，颜料型墨水的稳定性较差，储存时间过长，颜料的分散稳定性会下降，从而引起喷嘴堵塞。染料的耐光、耐水性虽不如颜料，但由于可全部溶解在介质中，因此，染料型墨水不易堵塞喷嘴，同时其储存稳定性也优于颜料型墨水。另外与颜料相比，染料色谱齐全，且多种类型的染料已经，因此目前喷墨打印墨水大多采用染料型墨水。

染料型墨水通常由不同化学结构的水溶性染料溶解在水中，或水和亲水性有机溶剂的混合溶剂中，同时选择性地加入各种添加剂配制而成。

用于喷墨打印墨水的水溶性染料主要有直接染料和酸性染料，按结构分为偶氮类和酞菁类。如 C.I.直接黄 86 和 C.I.直接蓝 199 等染料。此类化合物具有分子量大，低溶性官能团多，染色性强等特点，特别适合用作墨水的染色剂。

水溶性染料的主要缺点是耐水、耐光性差，因此提高染料的耐水、耐光性，从而改善墨水的打印质量已成为重要研究课题。

(1) 黄染料

① 吡唑啉酮亚胺染料

吡唑啉酮亚胺染料色光纯正，水溶性好覆膜，耐光牢度高，适用于喷墨打印。

② 偶氮吡啶染料

有专利报道，用酸性黄 23 和酸性黄 17 两种水溶性染料配制的染料墨水，颜色纯正，在水中溶解度极，但缺点是耐光性差，而偶氮吡啶染料颜色艳丽，水溶性好，并且耐光性要高于酸性黄 23 和酸性黄 17。

③ 新型染料

MX_n ，其中 M 代表碱金属，如有机胺氧离子或胺根离子；X 代表氯或溴离子；n 为 1~4 的整数。此类染料为新型染料，具有较高的耐水、耐光性及着色强度，储存稳定性好，不易堵塞喷嘴，适用于高浓度墨水。

(2) 品红染料拼版

酸性红 52 可以提供清晰鲜明的色调，但耐水性差。有专利报道，由酸性红 52 和占墨水总重量 5%~15% 的多元醇烷基醚（20℃ 下，蒸汽压小于或等于 0.1mmHg）组成的墨水解决了耐水性差的问题。

20℃ 下标准及认证，蒸汽压小于或等于 0.1mmHg 的多元醇烷基醚能有效加速墨水

在记录纸上的渗透,提高墨水的干燥速度,防止由于干燥速度慢而引起的颜色间的渗透。多元醇烷基醚还可起到提高酸性红 52 耐水性的作用。可能是由于酸性红 52 在多元醇烷基醚中的溶解度低,墨水喷印到纸张以后,随着水分蒸发设备,多元醇烷基醚在墨水中的含量增加,有利于酸性红 52 沉淀在纸上。

(3) 青染料

水溶性铜酞菁类染料常被用来作为喷墨打印用青染料,但在着色强度及牢度等性能上存在许多不足,如直接蓝 199 在耐水、耐摩擦等性能上并不是很好。研究表明,铜酞菁类染料可以达到上述要求。此染料配制的喷墨打印墨水打印图像清晰版材,色彩艳丽,具有较强的耐水性。另外染料对酸碱性的敏感度不高,不像直接蓝 199,随 pH 值的变化其呈色性会发生变化。

3.表面活性剂

表面活性剂的作用是改变墨水的表面张力,使其保持在合适的范围内。墨水的表面张力越低版式设计,则墨滴与纸张的接触角越大,喷出的液滴在纸张上形成的圆点直径越小,有助于提高墨水与纸张的润湿性,得到高质量的印品。若表面张力过低,则难以形成微小均匀的液滴。一般表面活性剂的用量为墨水重量的 3%左右。

4.pH 值调节剂

墨水保持一定的碱性 (pH=8~9) 可减少金属喷头的腐蚀。如果墨水的 pH 值偏低 PS 版,容易引起喷头阻塞和偏色现象,而稳定的 pH 值可减少这些现象的发生。常用的 pH 值调节剂有氨水、三甲胺、三乙醇胺、硫酸盐等。它们可以单独使用,也可以几种试剂混合使用。其用量一般为墨水重量的 1%~5%。

5.催干剂

墨水中加入一些挥发性强的物质有助于快速干燥。常用催干剂有乙醇、异丙醇、环己基吡咯烷酮等,其用量一般为墨水重量的 1%~10%,但应注意低沸点溶剂的加入易引起喷印中断和喷嘴堵塞。

6.其他添加剂

加入其他添加剂是为了改变墨水的某些性能。如加入缓蚀剂是为了防止墨水腐蚀变质;加入水溶性聚合物是为了改善墨水在承印物上的吸附能力,打印出良好的图像。有时还要加入防褪色剂等。

喷墨打印墨水性能检测

我们选择了 Epson 公司和 AcuJet 公司生产的红色、黑色、黄色和蓝色墨水,以及自己配制的若干种墨水,对它们的物化性能和打印性能进行测试。

1.物化性能测试

利用分光光度计、表面张力仪、旋转式黏度计、数字电导率仪、精密 pH 计等仪器测试了墨水的表面张力、黏度、电导率和 pH 值,并进行了紫外光谱和可见光光谱分析。测试结果见表 1。

表 1 三种墨水的物化性能检测对比

(32~43) × 10⁻⁵N/cm, 黏度为 1.8~3.0mPa · s 书刊印刷,电导率为 2~5ms/cm,墨水呈碱性, pH 值=8~9。

2.打印效果测试

将 Epson 墨盒、AcuJet 墨盒以及自制墨水灌注的墨盒在几种喷墨打印机上进行了长时间的打印测试,比较了自制墨水与原装墨水的打印效果。测试项目主要包括以下几方面:

(1) 打印连续性。测试每次加注墨水后,整个打印过程是否流畅连续。

(2) 清晰度。打印图文是否清晰术语，有无印迹扩散、缺墨、墨色不匀及飞墨现象，喷墨是否均匀、致密、无条纹、无变形，分辨力是否足够高等。

(3) 打印色彩。打印图文是否有良好的颜色、亮度、纯度及饱和度，有无明显的偏色现象。

(4) 防水性。墨水应尽可能具有较好的防水性，即在水的浸湿下数字出版，墨迹分化程度较小，对图文清晰度、分辨力及色度影响较小。

(5) 稳定性。打印纸张在长时间放置，加热或在紫外线照射下，是否出现严重褪色、变色，图文清晰度、分辨力、色度是否有明显降低。

通过反复打印测试，自制墨水打印效果与 Epson 及 AcuJet 墨水的打印效果非常接近，具有实际应用价值，但进行批量生产及墨水的储存和灌注尚需进一步研究。

结论

随着计算机应用的普及和信息高速公路的发展，喷墨打印机以其优良的性能价格比，被更多的用户所接受。然而也存在一些问题有待解决。今后的主要发展方向是提高打印机的性能；提高墨水性能，尤其是研制不含微粒、颜色好、安全性能稳定的颜料型墨水；提高墨水和各种墨盒、打印机的兼容性。

目前，打印墨水已获得了长足发展，所用的染料、颜料、有机溶剂、助剂及其配方越来越成熟，打印墨水在耐水性、耐光性、色彩鲜艳等方面有了很大的提升。我国染料工业和精细化工行业的产品已可基本满足打印墨水的原料需求，应在墨水制造方面加大研究力度，提供更多满足市场需求的喷墨打印墨水产品。