

喷墨定影剂“DK 系列”

Inkjet Fixing Agents “DK Series”

星光 PMC 株式会社
造纸用药品事业部 佐藤 健

1. 序言

自 2014 年以来，许多企业为了提高经济活动效率，开始将打印业务外包，促进了处理打印、封装到运输等一体化服务的 DPS（数据打印服务）的需求。DPS 主要打印个性化发票、报表、通知、直邮广告等，要求小批量、多样化、短交期。喷墨打印无需耗费时间和成本制作印版，恰恰能满足上述要求。DPS 需求逐步上升，以大型打印公司为首，高速全彩喷墨兼容数字打印机的引进也随之增加¹⁾。

随着喷墨打印需求上升，有关行业的制造商对打印机和墨水也在进行不断改进。然而，提高喷墨打印的打印适应性，不仅需要改进打印机和墨水，还需要改进纸张等基材。传统的水性喷墨打印中主要使用在显色和成本上具有优势的染料墨水。染料墨水遇水易渗色，所以当时对喷墨纸的性能要求是防水。喷墨定影剂“DK 系列”就是为了满足这一需求而诞生。

但 DPS 要求基材性能多样化，如适合多色打印、高速喷墨等，因此对喷墨定影剂性能的要求也不仅仅是防水，还需要①打印浓度、②抑制透色、③条形码适应性、④抑制颜色互渗、⑤墨水受理性等多方面性能。

基于本公司多年树脂开发积累的技术，我们对喷墨定影剂“DK 系列”进行了反复改良，使其不仅具有传统的防水性，还能提高打印适应性。^{2), 3)}。

此外，DK 系列不仅可以提高纸张的喷墨打印适应性，还可以提高薄膜和织物等基材的喷墨打印适应性。本文将介绍 DK 系列喷墨定影剂的特点以及相对各种基材（纸张、薄膜、织物）的评估结果。

2. DK 系列的特长

本公司 DK 系列是一种以聚胺树脂为主要成分的水溶性高阳离子树脂。将 DK 系列作为底漆（预处理剂）应用于纸张、薄膜、织物等基材，可以提高使用水性墨水时的喷墨打印适应性。

DK 系列的作用机理如图所示。喷墨打印机喷出的水性墨水滴落于基材后然后向垂直及水平方向扩散。此时，阳离子 DK 系列遇阴离子墨水进行离子结合就能抑制墨水向垂直方向的浸透，墨水大部分都停留在基材表面，能提高打印浓度和抑制透色。此外，水平方向的墨水扩散也得到控制，能提高条形码的打印适应性，控制多色打印时的颜色互渗。

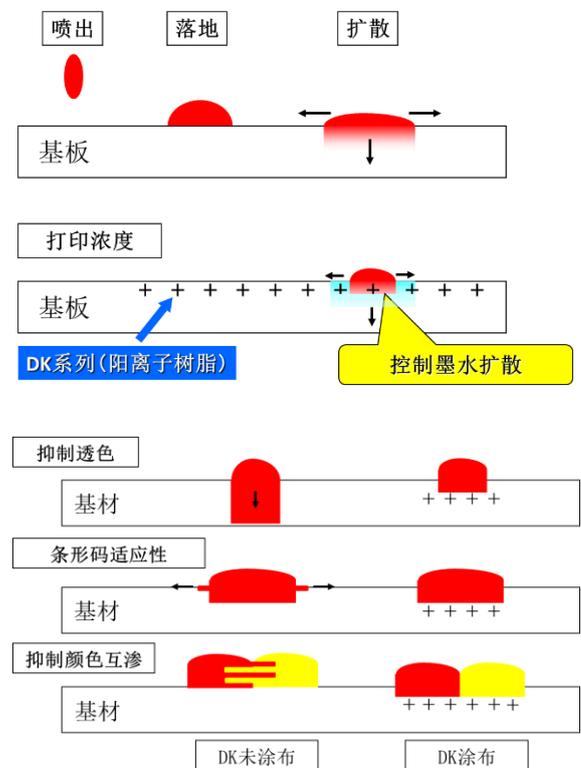


图 1. DK 系列的作用机理

表 1. 染料墨水与颜料墨水的特征

	染料墨水	颜料墨水
特征	色料分子极小，可呈现鲜艳色彩。	色料以颗粒状停留于基材，可清晰打印文字和线条。
用途	照片打印。	长期保存文件、海报和户外打印材料。
优点	显色性好。	抗水、抗光性好，不易羽化，不易渗色。
缺点	抗水、抗光性差，易羽化，易渗色。	达不到染料墨水的显色性。

水性喷墨打印所使用的墨水大致分为染料墨水和颜料墨水两种，其各自特征如表 1 所示。染料墨水和颜料墨水都有各自的优缺点，DK 系列可以有效克服这些缺点。例如，染料墨水的耐水性较差，当打印物遇水时墨水会产生渗色，DK 系列则能通过和染料分子的离子结合，使染料分子疏水、不溶，从而具有抗水性（图 2）。

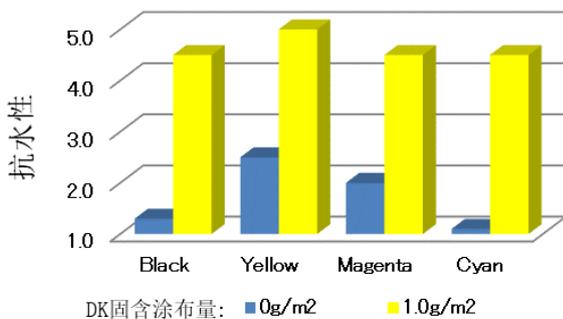


图 2. 染料墨水的抗水性评估结果

基材：中性优质纸；涂布方法：线棒涂布
 打印：EPSON 公司制喷墨打印机；墨水：水性染料墨水
 抗水性：将打印物在水中浸泡 30 秒后，目测渗色程度。（优）5⇐1（劣）

颜料墨水的缺点是无法达到染料墨水那样色彩鲜艳，但 DK 系列能瞬间凝聚颜料墨水并使其固着在承印物上。因此，如图 3 所示，能提高打印浓度和改善显色效果。

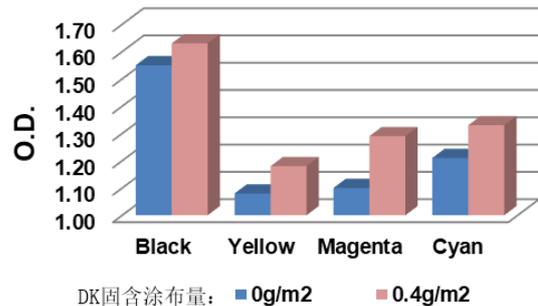


图 3. 颜料墨水的打印浓度评估结果

基材：中性优质纸；涂布方法：线棒涂布
 打印：EPSON 公司制喷墨打印机；墨水：水性颜料墨水
 O.D.：使用分光光度计检测实地打印区域的打印浓度（Optical Density）。

DK 系列的详细喷墨打印效果如图 4 所示。我们对染料墨水的耐水性、条码适用性、边界渗色控制、受理性、颜料墨水的打印浓度和抑制透色效果进行了评估，结果显示 DK 系列能使上述各项性能得以提高。DK 系列的优点如下所示。

- **抗水性：**
 - 可抑制遇水时的墨水渗出，打印物清晰。
- **条形码适应性：**可抑制墨水沿纤维扩散的现象（羽化），条形码更易于读取。
- **颜色互渗：**可抑制边界处的颜色渗色，打印物清晰。
- **受理性：**墨水固着于基材，可抑制打印后刮花，可进行高速打印。
- **打印浓度：**能提高打印浓度，打印物显色好。
- **抑制透色：**能抑制墨水渗透，双面打印物清晰。

	DK未涂布	DK涂布
抗水性		
条形码适应性		
抑制颜色互渗		
受理性		
打印浓度		
抑制透色		

图 4. DK 系列的喷墨打印效果

基材：中性优质纸；涂布方法：线棒涂布；DK 涂布量：固含 0.4~1.0g/m²

打印：EPSON 公司制喷墨打印机；墨水：水性染料、颜料墨水

- 抗水性：打印物在水中浸泡 30 秒，目测墨水的渗色情况。
- 条形码适应性：目测墨水沿纤维的扩散情况。
- 抑制颜色互渗：目测颜色边界处的墨水渗色情况。
- 固定性：打印数秒后用一定的力量刮擦打印物，目测刮花程度。
- 打印浓度：使用分光光度计检测实地打印区域的打印浓度。
- 抑制透色：使用分光光度计检测实地打印部分反面的打印浓度。

DK 系列的标准涂布量约为单面 0.2~1.0g/m² (固含量)，DK 系列涂布量对抗水性、条形码适应性、抑制颜色互渗、抑制透色都有成正比的提高趋势。但如果 DK 系列的涂布量过大，墨水过度聚集，点直径变小，会造成打印浓度下降。因此，需要找到一个最佳涂布量。

3. 针对各种基材的 DK 系列评估结果

3-1. 纸

喷墨纸通过在纸张表面上涂布化学制剂来发挥各种作用。原纸上的涂布液配方不同，其后的喷墨纸的打印适应性也会产生变化。根据涂布液配方，喷墨纸大致分为无色涂布纸和颜料涂布纸。

无色涂布纸是通过使用施胶压榨涂布机、金属棒涂布机等将由淀粉或聚乙烯醇等表面干强剂和 DK 系列等阳离子树脂组成的涂布液涂布到原纸上而制得。在这种情况下，墨水受理层就是纸本身。具体用途包括发票、报表、直邮广告、文字材料、书刊用纸、广告、传单等¹⁾。

颜料涂布纸是通过气刀涂布机等将由二氧化硅、氧化铝等多孔颜料、粘合剂、DK 系列等阳离子树脂

构成的涂布液涂布在原纸上。在这种情况下，墨水受理层为多孔颜料。使用多孔颜料，墨水受理性好，画质高清显色性高。具体应用包括喷墨专用纸和明信片。

近年来，人们对彩色广告专用纸需求增多，为实现用高速喷墨打印代替与胶印相媲美的多色打印，市场上出现了使用碳酸钙的颜料涂布纸。

当使用碳酸钙或瓷土作为颜料时，涂布液的粘度相比使用二氧化硅或氧化铝时的低，因此能提高涂布液的浓度。从而，涂布液的干燥负荷降低，涂布液中的粘合剂不易向基材浸透(迁移)，墨水受理层涂布均匀，画质清晰度高，且墨水受理层的表面强度好。但碳酸钙通常使用阴离子分散剂进行分散，如果向其中添加阳离子喷墨防水剂，碳酸钙聚集，粘度有可能增加，需注意添加量。

即使在使用碳酸钙的颜料涂布纸中，本公司开发的 DK6852 在保持涂布液低粘度的同时可通过调整添加量提高喷墨打印适应性。

在含碳酸钙、瓷土、粘合剂的涂布液中添加 DK6852 时的涂布液粘度如图 5 所示。其涂布液涂布于原纸后进行喷墨打印的评估结果如图 6-9 所示。由图 5 可知，当 DK6852 的添加份数较低时，涂布液表现出凝集，涂布液的粘度增加。当添加份数进一步增加时，涂布液体系中的阳离子过多，涂布液出现分散，涂布液的粘度降低。

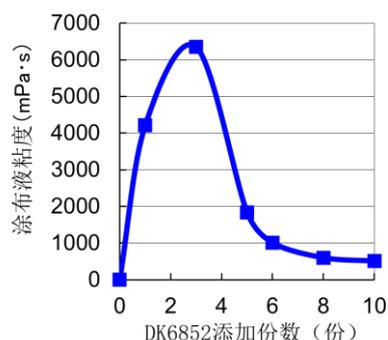


图 5. 涂布液粘度

DK6852 添加份数：相对颜料固含量的 DK6852 固含量添加份数

实地打印的外观如图 6 所示。DK6852 未添加时，实地部分显示不均匀，DK6852 添加后，不均匀现象明显改善。

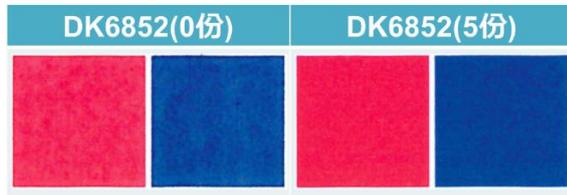


图 6. 实地打印外观

基材：中性优质纸；涂工方法：刮刀涂布；涂布液用量：固含 6.0g/m²
打印：EPSON 公司制喷墨打印机；墨水：水性颜料墨水

条形码适应性与抑制颜色互渗的评估结果如图 7 所示。显示条形码适应性和抑制颜色互渗的效果提升与 DK6852 添加量成正比。

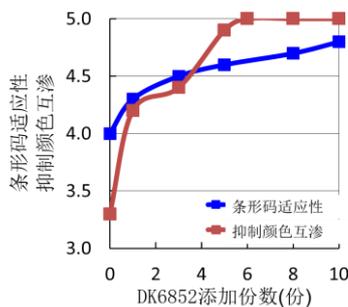


图 7. 条形码适应性与抑制颜色互渗

条形码适应性：目测评估墨水沿纤维扩散的程度。(优) 5⇐1 (劣)
抑制颜色互渗：目测评估颜色边界处的墨水渗色。(优) 5⇐1 (劣)

打印浓度与网点密度的观察结果如图 8、图 9 所示。结果表明打印浓度存在最佳添加份数。阳离子 DK6852 与阴离子颜料墨水进行离子结合，抑制了墨水的垂直渗透，使更多的墨水保留在承印物表面，从而能提高打印浓度。从图 9 也能看出，通过添加 DK6852，各个网点的显色更加鲜明。但 DK6852 添加到 10 份时，墨水凝聚，网点直径变小，导致打印浓度下降。因此需结合打印浓度和涂布液粘度等条件，找出最佳添加份数。

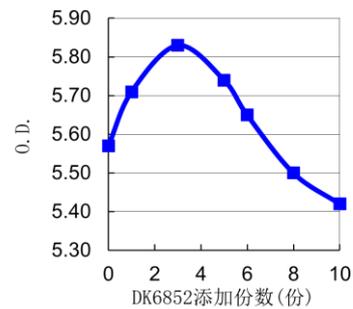


图 8. 打印浓度

(黑、黄、红、蓝的打印浓度总合值)

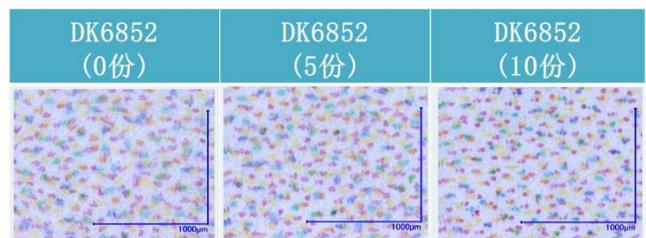


图 9. 网点观察结果

观察方法：用数码显微镜（200 倍）观察承印物的网点。

3-2. 薄膜

在聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 和聚丙烯 (PP) 等薄膜上进行软包装打印时，对打印质量要求颇高，因为打印效果会直接影响到销售。一直以来大多使用可进行装饰打印的凹版打印方法，然而，近来基于以下原因，更趋于使用有利于环保的水性墨水喷墨打印。

- 传统凹版打印需使用印版，适合大规模生产，但近年来，随着生活方式的变化、消费者需求、促销和分销多样化，更趋于能满足多品种小批量、短期交货的生产⁴⁾。
- 凹版打印主要使用油性油墨，其含有溶剂，残留溶剂引起的气味会成为问题。
- UV 墨水也可用作喷墨墨水，但未反应的单体残留在墨膜中，会导致打印品出现气味。

相比之下，本公司开发的 DK6810 不仅可以在纸张上使用水性墨水进行喷墨打印，还可以在薄膜上进行喷墨打印。DK6810 涂布在 PET 薄膜上的喷墨打印效果如图 10 所示。使用 DK6810 涂布可明显提高实地打印均匀性、条形码适应性、抑制颜色互渗等打印

适应性。

DK6810 能满足多品种小批量、短期交货的同时，还可以消除残留溶剂和单体，改善打印工作环境，防止空气污染，提高人体安全。



图 10. 薄膜喷墨打印效果

基材：PET；涂布方法：线棒涂布；DK6810 涂布量：固含 0.4g/m²
打印：EPSON 公司制喷墨打印机；墨水：水性颜料墨水

3-3. 织物

传统上，网眼打印一直是织物印花的主流。然而近年来，对小批量、多品种织物的需求不断增加，喷墨打印机（喷墨打印）的使用也不断增加。

织物（聚酯）上涂布 DK6804 的打印效果如图 11 所示。使用 DK6804 涂布可明显抑制墨水渗透和颜色互渗，提高鲜明度。

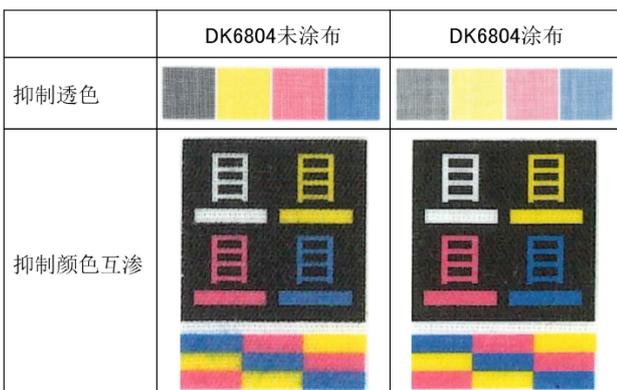


图 11. 织物喷墨打印效果

基材：聚酯；涂布方法：线棒涂布；DK6804 涂布量：固含 1.0g/m²
打印：EPSON 公司制喷墨打印机；墨水：水性颜料墨水

4. 结语

使用 DK 系列，可以提高水性墨水喷墨打印时的抗水性、条形码适应性、墨水固定性、打印浓度、抑制颜色互渗和墨水透色。DK 系列通过与水性墨水易离子结合的分子设计，能有效控制阳离子密度和分子量，产品阵容丰富，可与各种水性墨水、涂布液配方、基材配合使用（见表 2）。通过 DK 系列，我们能从基材上支持喷墨打印，以满足多品种小批量、短交货期的市场需求，能有效促进经济活动。通过在各种基材上实现水性喷墨打印，也能为创建一个环境友好型社会做出贡献。

表 2. DK 系列的墨水 / 涂布液配方 / 基材适应性

型号	不挥发成分(%)	水性墨水		涂布液配方		基材
		染料	颜料	无色涂布	颜料涂布	
DK6804	55	△	◎	○		纸、织物
DK6810	55	○	◎	○		纸、薄膜
DK6850	70	△	○		○	纸、织物
DK6852	50	○	△		○	纸、薄膜
DK6854	50	◎	△	○		纸
DK6885	70	◎	○	○		纸

<参考文献>

- 1) 矢野报告 2024 年 6 月 10 日号, No.1603, 第 44-54 页
- 2) 那须健司, 武田次郎, 纸浆技术时报, 2002 年 5 月号, 1-4 页
- 3) 那须健司, 武田次郎, MATERIAL STAGE, Vol. 3, No. 3, 2003, 65-68 页
- 4) 佐藤武彦, 日本影像学会会刊, 第 55 卷, 第 5 号, 2016, 572-577 页

研究员简介



星光 PMC 株式会社
造纸用药品事业部
技术统括部
市原研究所
主任 佐藤 健
(Takeshi Sato)