



彩色喷墨打印夜光纸性能研究

马晓博, 高玉杰, 孙世杰, 何秋实

(天津市制浆造纸重点实验室, 天津科技大学材料科学与化学工程学院, 天津 300457)

摘要: 研究了发光粉的种类、用量以及阳离子固色剂的用量对打印夜光纸性能的影响。结果表明: 天蓝色发光粉的成纸性能优于黄绿色和蓝绿色发光粉的成纸性能, 但是由于天蓝色发光粉的发光强度低、余辉时间短而不考虑使用; 发光粉的用量 20% 为宜; 随着阳离子固色剂用量的增加, 打印性能得到提高, 但是需要控制用量, 阳离子固色剂适宜用量为 5%。喷墨打印夜光纸不仅能在暗处发光, 而且具有喷墨打印的特性, 因此它必将展现出广阔的市场前景和发展潜力。

关键词: 彩色喷墨打印; 夜光纸; 成纸性能; 阳离子固色剂

中图分类号: TS758⁺.1 文献标志码: A 文章编号: 1672-6510(2012)05-0033-05

Study of Properties of Luminous Color Ink-jet Printing Paper

MA Xiaobo, GAO Yujie, SUN Shijie, HE Qiushi

(Tianjin Key Laboratory of Pulp and Paper, College of Material Science and Chemical Engineering,
Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The influence of different colors, dosage of luminous powder and the cationic fixing agent on the performance of ink-jet printing paper was studied. The results showed the performance of paper using azure luminous powder was the best among the three kinds in the experiment. However, due to its low luminous intensity and short afterglow time, it was not used. The optimal dosage was 20% of the luminous powder. The printing performance was improved as the content of cationic fixing agent increased, but it was necessary to control the optimum dosage at 5% of the content. Ink-jet luminous printing paper will have very optimistic market potential owing to its properties of printability and glowing in the dark.

Key words: color ink-jet printing; luminous paper; paper performance; cationic fixing agent

日常生活中的各种广告牌、标牌等本身并不发光, 需要外界光源照射才能看见; 还有一些是利用光电控制电路结合光电显示装置制成, 一旦电源中断将会马上失去作用, 具有较大的应用局限性。

彩色喷墨打印夜光纸是指在吸收可见光后, 在暗处自动发光, 时间可持续 12 h 以上, 而且可以用于打印图片、文字, 在暗处也可以清楚看到纸上的文字及图片的一种特种纸^[1]。特别是在计算机技术日新月异的今天, 伴随彩色喷墨打印机的广泛应用, 打印载体市场需求很大, 开发生产夜光纸具有重要的理论意义和很大的经济效益^[2]。

国外夜光纸的研究^[3]较早, 研究内容主要集中在喷墨打印纸涂料、涂布工艺、涂料组成和打印图像等

方面; 国内是近几年才专注于涂布喷墨打印纸的研究, 研究内容主要包括彩色喷墨打印纸的分析、涂层性能、涂料组成和专用化学品等方面^[4]。本文从涂料出发, 讨论涂料组成对喷墨打印夜光纸成纸性能的影响, 同时也分析了阳离子固色剂对成纸打印性能的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

原纸、固含量 75% 重质碳酸钙 (GCC) 分散液、羧基丁苯胶乳 (CSBR, 固含量 50%)、消泡剂, 天津大学纸业有限公司提供; 聚乙烯醇 (PVA-1788)、六偏磷酸

钠、羧甲基纤维素(CMC),天津北方天医化工试剂厂; 固色剂 PF-30, 杭州绿色助剂研究所; 纳米 SiO₂, 福建南平嘉茂纳米科技发展有限公司; 发光颜料, 济南润邦科技有限责任公司.

D-8401 型多功能搅拌机, 天津市华兴科学仪器厂; HHS 型恒温水浴锅, 天津华北实验仪器有限公司; Lj400/80-200 高速分散机, 上海涂料机械厂; NDJ-4 型旋转黏度计, 上海精密仪器有限公司; SE062 白度测试仪、不透明度测试仪、平滑度测试仪, Lorentzen & Wettre 公司; SE062 光泽度测试仪, 天津信通光大科技有限公司; 多功能压光机, 南京轻工工业研究所; X-Rite415 光学密度计; 721 型荧光分光光度计, 上海精密科学仪器有限公司; stylus PHOTO 810 彩色喷墨打印机, Epson 公司.

1.2 方法

根据不同胶黏剂及颜料的特性确定涂料的固含量. 本实验使用羧基丁苯胶乳配制涂料固含量约为 45%, 使用聚乙烯醇配制涂料的固含量约为 30%.

1.2.1 颜料的分散

将已经称量准确的二氧化硅缓缓地倒入一定量蒸馏水中, 在高速搅拌下分散 30 min, 使之充分在水中分散(分散浓度为 25%), 然后用 100 目的筛网过滤.

1.2.2 胶黏剂 PVA 的制备

称取定量的聚乙烯醇粉末和蒸馏水, 在低速搅拌的条件下, 将蒸馏水加入到聚乙烯醇粉末中, 冷水润胀 30 min 后在水浴中加热至 95 °C, 加入定量消泡剂, 糊化大约 30 ~ 40 min.

1.2.3 涂料的混合

按照配方设计的胶黏剂和颜料的比值取颜料和胶黏剂进行混合. 先加入羧基丁苯胶乳和 GCC 分散液低速搅拌一段时间, 再加入二氧化硅分散液, 最后加入发光粉. 混合后的涂料液黏度较低, 加入适量的羧甲基纤维素提高涂料液的黏度和保水性. 用 100 目的筛网过滤(为使颜料和胶黏剂混合均匀不产生气泡, 可加入少量的消泡剂).

1.2.4 涂布与压光

对原纸进行一次涂布, 电吹风干燥, 整理, 测试, 打印.

1.2.5 纸张性能测试

参照国家标准, 对试样的白度、不透明度、光泽度及 PPS 粗糙度 4 项物理性能, 图像抗水性、油墨吸收性 2 项打印性能进行测试.

发光性能按照如下方法进行测试: 测试前把 3 种

不同的夜光纸纸样放在暗处 24 h 后, 用日光灯照射 20 min, 用 721 分光光度计测试夜光纸在 520 nm 处的相对发光强度; 测试前把 3 种不同的夜光纸纸样放在暗处 24 h 后, 用日光灯照射 20 min, 将夜光纸放在暗处观察, 当肉眼看不出其亮度时所需时间即为余辉时间.

2 结果与讨论

2.1 不同发光粉对成纸性能的影响

采用 3 种不同颜色的发光粉配成涂料, 研究其对成纸性能的影响. 3 种颜色的发光粉的涂料编号分别为 A、A-1 和 A-2, 其中 A 涂料中使用的是经过包膜处理过的铝酸盐黄绿色发光粉, A-1 涂料中使用的是天蓝色硅酸盐发光粉, A-2 涂料中使用的是普通未包膜处理的铝酸盐蓝绿色发光粉. 涂料配方其他成分相同, 分别为 SiO₂、GCC、CSBR 和六偏磷酸钠, $m(\text{发光粉}) : m(\text{SiO}_2) : m(\text{GCC}) : m(\text{CSBR}) : m(\text{六偏磷酸钠}) = 20 : 50 : 30 : 15 : 1$, 为绝干质量比.

2.1.1 物理性能

采用上述实验配方制成的涂布纸样在实验室条件下, 对纸张的物理性能进行测试, 测试结果见表 1.

表 1 不同发光粉对成纸物理性能的影响

Tab. 1 Effects of different phosphors on the physical properties of paper

涂料编号	白度/%	不透明度/%	光泽度/%	粗糙度/%
A	83.82	96.42	13.05	6.68
A-1	86.44	96.19	12.98	3.75
A-2	84.96	96.88	23.80	5.34

从表 1 中可以看出: 使用天蓝色发光粉的 A-1 配方成纸白度最高, 这主要是因为天蓝色的发光粉外观呈白色固体粉末状. 而 A 配方和 A-2 配方中的发光粉外观呈浅绿色, 涂布成纸的外观也呈现浅绿色, 影响了纸张的白度. 这 3 种发光粉配制的涂料成纸的不透明度几乎没有区别, A-2 配方成纸的不透明度略高.

涂布纸的光泽度主要与其表面的平滑度有关, 表面越平滑, 光泽度越高. 从表 1 可以看出, 使用蓝绿色发光粉的成纸光泽度最高, 使用硅酸盐天蓝色发光粉成纸的粗糙度最低, 蓝绿色发光粉成纸的粗糙度要小于包膜处理的黄绿色发光粉. 但综合来看, 硅酸盐天蓝色发光粉的成纸性能要优于另外两种发光粉的成纸性能.

2.1.2 发光性能

成纸的发光性能测试结果如图 1 所示. 黄绿色发光粉配制的涂料 A 在波长 520 nm 处, 相对发光强度最大; 蓝绿色发光粉配制的涂料 A-2 强度次之, 在波长 450 nm 处, 相对发光强度最大; 而硅酸盐天蓝色发光粉配制的涂料 A-1 强度最差, 在波长 630 nm 处, 相对发光强度最大. 从视觉角度出发, 选择发黄绿色光的铝酸盐发光粉的作为夜光颜料, 效果比较理想.

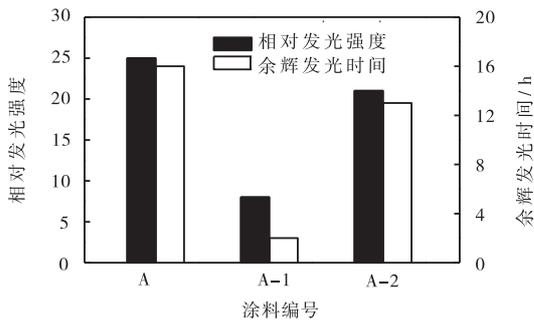


图 1 不同发光粉对成纸发光性能的影响

Fig. 1 Effects of different color phosphors on the luminous properties of paper

从图 1 中可以看出加入经包膜处理的黄绿色发光粉的涂料配方 A 所涂布的纸样在暗处的余辉时间最长, 蓝绿色发光粉涂料配方 A-2 所涂布的纸样的余辉时间次之, 而天蓝色发光粉涂料配方 A-1 所涂布的纸样余辉时间最差, 只有 2 h. 这主要是由发光材料本身的激发特性决定的.

2.1.3 打印性能

对涂布成纸的色密度、吸墨性、抗水性和油墨干燥时间进行综合测试, 得到的实验结果见表 2.

表 2 不同发光粉对成纸打印性能的影响

Tab. 2 Effects of different phosphors on the printing performance of paper

涂料编号	色密度	吸墨性/cm	抗水等级	油墨干燥时间/s
A	0.99	28	3	22
A-1	0.96	21	3	30
A-2	1.02	34	2	41

借鉴铜版纸油墨吸收性检测方法^[5], 由表 2 看出 3 种不同颜色发光粉的涂料配方涂布成纸的吸墨性较强, 但打印色密度降低. 这主要是因为发光粉粒度较大, 当油墨接触到颜料粒子时, 油墨在颜料内部发生扩散, 形成颜色交错分布, 降低了分辨率; 从而使打印后图像的整体效果和清晰度下降, 有毛刺产生, 打印效果不佳. 该表反映了涂布成纸的抗水性较差,

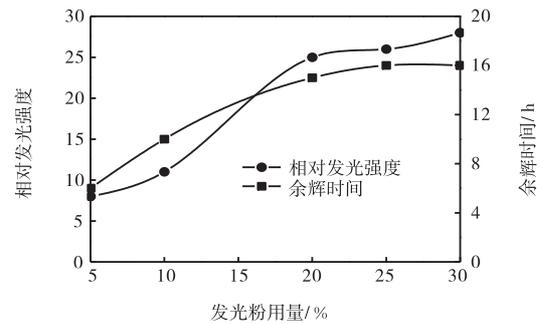
可能与涂布纸的原料、涂层结构有关系. 实验中发现, 虽然过高的吸墨能力和吸墨速度能缩短油墨干燥时间, 但对打印质量有不利影响, 干燥速率慢, 油墨不能及时被吸收, 随即在纸张表面发生混合扩散, 使得图像模糊.

2.2 发光粉用量对成纸性能的影响

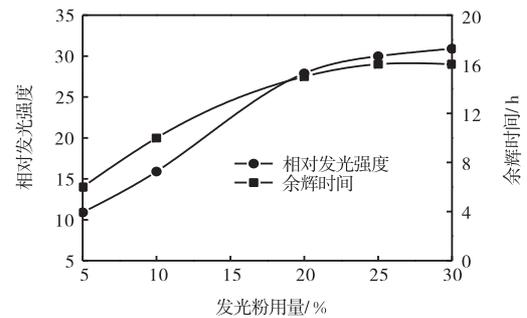
采用黄绿色发光粉, 变更涂料配方, 进一步研究其对纸张发光性能、物理性能和打印性能的影响.

2.2.1 发光性能

实验固定 $m(\text{GCC}) : m(\text{SiO}_2) : m(\text{胶黏剂}) : m(\text{六偏磷酸钠}) = 50 : 50 : 30 : 1$ (绝干质量比); 分别以羧基丁苯胶乳和聚乙烯醇作为胶黏剂, 以 CSBR 为胶黏剂时涂料固含量为 45%, 以 PVA 为胶黏剂时涂料固含量为 30%; 以 GCC 和 SiO_2 的绝干总质量为基准添加不同量的发光粉, 探讨发光粉用量对成纸发光性能的影响, 结果如图 2 所示.



(a) CSBR 为胶黏剂



(b) PVA 为胶黏剂

图 2 发光粉用量对成纸发光性能的影响

Fig. 2 Effects of the amount of phosphors on the luminous properties of paper

由图 2 可知: 随着发光粉用量增加, 夜光纸的相对发光强度增强, 当用量达到 20% 以后曲线趋于平稳, 相对发光强度增长缓慢. 发光粉的用量对涂料的性能也有很大影响. 发光粉用量少, 其总的发光亮度较弱; 随着发光粉用量的增加, 涂膜的发光亮度随之明显增大; 但发光粉用量达到一定量后, 发光涂料的

发光亮度趋于稳定. 可能原因: 纯的发光粉是紧密堆积, 只有表面的发光粉能与光接触, 能发生吸光-放光现象的只有表面一层粉体; 而发光涂料中, 发光粉之间有一定距离, 且涂膜基体是透光的, 光可以深入涂膜中, 更多的发光粉能参与吸光-放光. 并且发光粉之间有一定距离, 发光粉之间也可以发生光的吸收和释放. 这样形成了“光的多颗粒效应”, 从而提高了发光涂料的发光性能^[6]. 另外, 由于发光粉价格昂贵, 其用量过大, 势必会增加涂料的成本. 综合考虑发光涂料的发光亮度和成本, 发光粉的用量以20%为宜.

从图中还发现使用胶黏剂聚乙烯醇比羧基丁苯胶乳的发光亮度稍高, 这主要是因为聚乙烯醇具有良好的透光性、耐溶剂性, 优良的成膜性. 此外, 聚乙烯醇无毒、无环境污染, 符合环保要求.

发光粉用量的变化对余辉时间也有一定的影响. 对于使用不同胶黏剂的样品, 在发光粉用量为20%之前, 随着发光粉用量的增大, 余辉时间越来越长; 此后, 增大发光粉的用量对余辉时间影响不大.

2.2.2 物理性能

发光粉不同用量对涂布成纸的物理性能的影响见表3.

表3 发光粉用量对成纸物理性能的影响

Tab. 3 Effects of the amount of phosphors on the physical performance of paper

胶黏剂	发光粉用量/%	白度/%	不透明度/%	光泽度/%	粗糙度/ μm
CSBR	5	93.47	93.80	10.20	2.56
	10	92.07	94.20	9.80	2.65
	20	91.01	94.38	9.56	3.04
	25	90.07	94.56	8.72	3.23
	30	90.04	94.66	8.68	3.43
PVA	5	92.41	93.68	15.20	1.83
	10	91.85	93.81	12.30	2.14
	20	90.90	94.31	10.02	2.98
	25	89.22	95.45	9.42	3.38
	30	88.94	95.85	9.03	3.48

从表3可以看出, 分别以CSBR和PVA为胶黏剂的两种涂料加入不同量的发光粉时成纸的物理性能的变化. 成纸的不透明度和粗糙度均随着发光粉加入量的增加而提高; 白度、光泽度随加入量的增加而略有降低. 相比较而言, 羧基丁苯胶乳成纸的白度和不透明度大多高于PVA成纸, 但是羧基丁苯胶乳成纸的粗糙度较高, 不利于喷墨打印.

2.2.3 打印性能

发光粉用量的增加对涂布成纸的打印性能有一

定的影响, 实验中从色密度、抗水性、吸墨性和印墨干燥时间4个方面进行研究, 结果见表4. 由表4可知, 随着发光粉用量的增加, 使用两种不同配方得到的涂布纸的抗水性较差, 可能与颜料本身的特性和涂层结构有关, 有待提高. 对于相同的发光粉加入量, 使用羧基丁苯胶乳涂布的夜光纸的吸墨性能优于PVA涂布夜光纸的吸墨性能. 然而过高的吸墨能力和吸墨速度虽然能缩短油墨干燥时间, 但可能对打印质量有不利影响, 如吸墨性过强会导致打印色密度降低, 因此不能简单地说吸墨性能越高越好, 控制适宜的吸墨性非常重要.

表4 发光粉不同用量对成纸打印性能的影响

Tab. 4 Effects of different amount of phosphors on the printing performance of paper

胶黏剂	发光粉用量/%	色密度	吸墨性/cm	抗水等级	印墨干燥时间/s
CSBR	5	0.96	16	4	26
	10	0.87	11	3	15
	20	0.94	14	3	21
	25	0.93	13	2	18
	30	0.92	13	2	17
PVA	5	0.98	20	3	31
	10	0.89	16	2	21
	20	0.96	18	2	25
	25	0.95	17	2	22
	30	0.94	15	2	18

实验发现使用羧基丁苯胶乳涂布的夜光纸比PVA涂布的夜光纸具有良好的抗水性能, 需要加入一定量的抗水剂来提高PVA涂布纸的抗水性.

2.3 阳离子固色剂对成纸打印性能的影响

夜光纸的色彩还原性和涂层抗水性还有待提高, 结合前人研究经验发现, 添加阳离子固色剂可解决以上问题, 阳离子固色剂在涂料中可以起到防水、固色、增加色彩、提高图像分辨率的作用.

固定 $m(\text{GCC}) : m(\text{SiO}_2) : m(\text{发光粉}) : m(\text{PVA}) : m(\text{六偏磷酸钠}) = 50 : 30 : 20 : 30 : 1$ (绝干质量比), 添加包膜处理过的黄绿色发光粉, 以 SiO_2 、GCC和发光粉的绝干总质量为基准, 添加不同量的固色剂PF-30, 控制涂料固含量为30%, 探讨固色剂用量对成纸性能的影响, 结果见表5.

由表5可以看出加入固色剂可以提高打印夜光纸的色彩再现性和图像清晰度, 印刷质量提高. 这是因为彩色喷墨打印用的墨水的染料是阴离子型的, 所以, 通常在涂层中要加入阳离子物质, 这些阳离子物质能够与喷墨打印中阴离子性磺酸基、羧醛产生电性

结合,使染料粒子固着在涂层的表面,提高图像的色密度^[7].

表5 固色剂的加入对成纸打印性能的影响
Tab. 5 Effects of cationic additives on the printing performance of paper

固色剂用量/%	色密度	吸墨性/cm	抗水等级	印墨干燥时间/s
0	0.96	18	2	25
1	1.06	15	3	20
3	1.21	14	4	18
5	1.25	13	5	16
7	1.26	13	5	15

随着固色剂用量的增加,成纸的吸墨性、抗水性均有所提高.图像耐水性是指图像被水润湿至某种程度时墨水的流失情况.由于彩色喷墨打印的油墨大多是水性染料墨水,染料墨水是阴离子性的,所以加入阳离子固色剂形成有机-无机包覆型颗粒,提高固墨性、耐水性;添加时必须控制用量,过多会影响墨水吸收速度,适宜用量为5%.因此,阳离子聚合物在油墨的吸附机理中起着重要作用.通过阳离子和阴离子电荷之间的相互作用把油墨中的染料凝结,然后把它们固定在涂层颜料颗粒的表面,由于这种强烈的油墨固着作用,就形成了较好的抗水性能.阳离子添加剂是彩色喷墨打印纸涂料中必不可少的组分,它可提高喷墨打印的效果,减小光学密度,增加图像的鲜艳度.还可提高打印线条的清晰度,减少线条的扩散洇色^[8].

3 结论

(1)天蓝色发光粉涂布成纸的白度较高,粗糙度最低,成纸性能优于黄绿色发光粉和蓝绿色发光粉的

成纸性能,但由于天蓝色发光粉的发光强度低、余辉时间短而不考虑使用.

(2)聚乙烯醇涂布成纸的发光性能和打印性能优于羧基丁苯胶乳的涂布成纸性能,但是聚乙烯醇涂布成纸的抗水性较差.

(3)随着发光粉用量的增加,涂布夜光纸的发光强度和余辉时间明显增大,当发光粉的用量增加到大约20%时,发光强度趋于稳定.从成本角度考虑,发光粉的用量20%为宜.

(4)随着阳离子固色剂用量的增加,喷墨打印夜光纸的色密度和抗水性明显提高,色彩再现性和图像清晰度也明显改善,但添加时必须控制用量,适宜用量为5%.

参考文献:

- [1] 闫志强,骆光林.浅谈彩喷纸的涂料配方[J].今日印刷,2005(7):71-73.
- [2] 白衫,周洁,王淑萍.彩色喷墨打印纸的发展与应用[J].中国造纸,2003,22(5):64-65.
- [3] 张庆栋,高玉杰.发光纸的研究和发展动态[J].中华纸业,2008,29(5):48-53.
- [4] 杨仁党,陈克复,王进,等.彩色商务打印纸的研究现状与发展前景[J].上海造纸,2006,37(4):35-39.
- [5] 闫志强,骆光林.彩喷纸打印质量的检测方法分析[J].中国印刷,2005(8):56-59.
- [6] 柴颂刚.稀土激活长余辉水性发光涂料[D].广州:华南师范大学,2007:64-66.
- [7] 刘希夷,陈均志,何国华,等.偶联型阳离子固色剂对彩色喷墨打印纸色彩的影响[J].中国造纸,2007,26(12):16-19.
- [8] Jonckherree E, Mabire F. Improving the waterfastness of high quality matt and glossy ink-jet printing papers[J]. Paper Technology, 2003, 44(6):38-44.

责任编辑:周建军