

烟标裂变工艺印品变色控制方法的研究及应用

贾金平 代国庆 毛迎旭 黄毛 高新华
武汉虹之彩包装印刷有限公司 湖北武汉 430040

摘要：当前烟标裂变工艺量产应用较少，主要是裂变工艺印品红黄相变色超标的问题比较突出，且受高温影响变色快而明显，导致库存 1—2 个月产品超标，不能满足客户质量要求，本项目重点研究不同白卡纸（国产 A 级）及进口白卡纸在承印不同裂变油墨后出现红黄相变色问题，根据不同温度下库存一定周期后的色相变化值，研究裂变类烟标色相温变规律，并重点研究控制方法，为生产质量、仓储条件及备货周期提供标准依据。满足裂变特殊工艺类印品稳态生产质量控制要求。

关键词：进口 240g/m² 白卡纸 国产 240g/m² 白卡纸 丝印裂变 裂变变色

引言：丝印裂变工艺以其独特的冰晶效果在烟标上得到一定应用，通常与浅色系烟标相搭配，更能呈现花型，体现淡雅香的风格，烟标色相作为判断真伪的重要指标之一，无疑是关键质量控制点，裂变油墨容易出现变色现象，在高温环境下变色更加快而明显，对浅色系烟标的色相造成较大质量隐患，加之纸张本身也具有一定的黄变特性，主要是白卡纸中的木素所致，因此裂变类烟标更易受到环境温度及光照条件的影响出现变色现象，而且当前烟标材料逐步实现国产化替代的大趋势下，国产白卡纸与进口白卡纸保持理化性能的一致性值得探究。研究出裂变类烟标在不同温度下的变色规律，制定合理的生产、仓储条件及备货周期，控制环境等因素，确保裂变类印品色相稳定性。

1. 试验材料与方法

材料及设备

本项目用的主要材料时纸张、油墨，其中纸张以公司相关品牌产品使用的烟用白卡纸为主要研究对象，白卡纸以国产纸和进口纸为平行样验证（其中进口纸为疫情爆发前后批量供货的纸张，国产纸为疫情爆发后，供应链紧张，紧急研究保供的替代型国产供货纸张）。油墨是凹印溶剂型油墨，重点研究丝印裂变油墨，这种油墨最大优势是在印品表面形成冰晶状的立体凹凸感，缺点是印品放置一段时间（≥ 28 天）会出现较明显的红黄相变色，遇到高温（≥ 37℃）高湿（≥ 65%）的存储环境，红黄相变化非常明显，严重超标；项目研究使用凹印机、丝印机、烫模机等设备，具体如下：

1. 纸张材料：240g/m² 白卡纸（国产 A 级），规格 740mm 卷筒纸，湖北骏马纸业公司（简称“骏马”）；240g/m² 白卡纸（国产 A 级），规格 740mm 卷筒，亚太森博公司（简称“森博”）；240g/m² 白卡纸（国产 A 级），规格 740mm 卷筒，珠海红塔仁恒公司（简称“红塔”）；240g/m² 伊格森德白卡纸，规格 740mm 卷筒，上海顺灏公司（简称“顺灏”）。

2. 油墨材料：①凹印溶剂型油墨（白墨、底黄墨、专红、绿

墨、红墨、银墨、黑墨）、凹印水性光油；②丝印裂变油墨：型号 HYL014-5，浙江银鹿公司（简称“银鹿”）；丝印裂变油墨，型号 UVS-1876A，东莞浩彩公司（简称“浩彩”）；丝印裂变油墨，型号 UVZ-2310-4，惠州立美特公司（简称“立美特”）；丝印裂变油墨，型号 UVZ-2310-6，惠州立美特公司。

3. 溶剂材料：乙酸正丙酯、醋酸乙酯（乙酸乙酯）、酒精等。

4. 实验设备：十色卷筒纸凹印机，LEMANIC DELTA，瑞士博斯特公司；烫金模切机，MK920YMI，天津长荣；丝网印刷机，MS-102A2，日本樱井；上光机，YT1B1，北京贞亨利；全清废模切机，MK106CSB，天津长荣；高低温（交变）温热试验箱，BC1300，上海蓝豹公司；X-rite 色差仪。

材料制备与试验说明

裂变类烟标的制备

工艺流程：卷凹印刷（含连线喷码）→凸烫→丝印裂变→上光→模切→挑片（检品）→打包、入库，上述不同厂家的纸张与不同裂变油墨搭配方案明细如下表 1：

表 1 裂变类烟标纸张与油墨印刷搭配方案明细

方案序号	方案组合明细
①	骏马白卡纸 + 银鹿裂变
②	骏马白卡纸 + 浩彩裂变
③	骏马白卡纸 + 立美特裂变（UVZ-2310-4）
④	骏马白卡纸 + 立美特裂变（UVZ-2310-6）
⑤	伊格森德白卡 + 银鹿裂变
⑥	森博白卡纸 + 银鹿裂变
⑦	森博白卡纸 + 浩彩裂变
⑧	森博白卡纸 + 立美特裂变（UVZ-2310-4）
⑨	红塔白卡纸 + 银鹿裂变
⑩	红塔白卡纸 + 浩彩裂变
11	红塔白卡纸 + 立美特裂变（UVZ-2310-4）

耐温实验

取不同方案样品 [07230 黄鹤楼(硬峡谷柔情细支)盒片] 20—30

张，在侧面长粘口位画线作好标识，沿样品纵向对称轴剖开（平行样验证），将不同方案的同一剖开侧样品分别置于铝箔密封袋及温热试验箱中，将铝箔密封袋放置于室温环境（25℃）下，设定温热试验箱温度（30℃、37℃、45℃、50℃），放置相同周期（7 天以后，每隔一天取样测试），使用 X-rite 色差仪检测样品底色处及粘口位（无印刷，原纸）的色度 L、a、b 值，计算其与室温环境下（温度 25℃，湿度 55±10%）放置的样品的色差值△E（注：同一个样品三次测量色差值，取平均值）。



图 1-1 耐温实验样品侧面标识图解



图 1-2 耐温实验样品背面标识图解



图 2-1 耐温检测前后的平行样对比样品分析

07230 黄鹤楼（峡谷情细支）盒片（国产 A 级纸）耐温性色差测试分析表									
7 天									
序号		耐温测试前（产品种）			耐温测试后（50℃，7days）（产品种）			色差△E （产品种）	
		L1	a1	b1	L1'	a1'	b1'		
1	清彩裂变油墨	93.59	-3.93	15.01	93.41	-3.99	15.19	0.25	
		93.38	-3.91	14.95	93.17	-3.95	14.98	0.30	
		93.52	-3.99	14.92	93.49	-3.99	15.09	0.49	
		93.49	-3.91	14.76	93.36	-3.96	15.04	0.32	
		93.24	-4.03	15.23	93.28	-4.11	15.70	0.47	
2	立美特裂变油墨	93.27	-4.07	15.39	93.09	-4.11	15.70	0.36	
		93.45	-4.02	15.26	93.39	-4.10	15.68	0.44	
		93.26	-3.99	15.05	93.39	-4.12	15.71	0.69	
		93.24	-4.03	15.23	93.28	-4.11	15.70	0.47	
		93.27	-4.07	15.39	93.09	-4.11	15.70	0.36	
3	伊格森德	94.00	-3.91	14.95	93.98	-4.05	15.38	0.55	
		93.90	-3.97	14.91	93.83	-4.11	15.40	0.61	
		93.85	-4.01	15.15	93.72	-4.15	15.49	0.40	
		93.93	-3.96	14.94	93.84	-4.10	15.42	0.51	
		94.00	-3.91	14.95	93.98	-4.05	15.38	0.55	
4	银鹿	94.22	-3.70	14.73	94.14	-3.72	15.17	0.45	
		94.15	-3.70	14.73	94.08	-3.77	15.20	0.58	
		94.15	-3.72	14.79	94.04	-3.74	15.17	0.57	
		94.17	-3.72	14.79	94.09	-3.79	15.31	0.53	
		94.06	-3.85	14.91	93.95	-3.88	15.48	0.69	
5	红塔	94.04	-3.89	14.99	94.01	-3.87	15.09	0.60	
		94.03	-3.93	15.11	93.94	-3.96	15.63	0.53	
		94.04	-3.89	14.97	93.97	-3.90	15.57	0.60	
		94.06	-3.85	14.91	93.95	-3.88	15.48	0.69	
		94.04	-3.89	14.99	94.01	-3.87	15.09	0.60	
6	骏马	93.76	-3.96	15.37	93.67	-4.10	16.00	0.65	
		93.81	-3.95	15.33	93.65	-4.04	15.74	0.45	
		93.83	-3.93	15.43	93.66	-4.06	15.82	0.44	
		93.80	-3.95	15.38	93.66	-4.07	15.86	0.51	
		93.76	-3.96	15.37	93.67	-4.10	16.00	0.65	

图 2-2 耐温实验样品测试的色差值统计图解

2. 结果与分析

2.1 耐温性检测与分析

2.1.1 恒温 30℃及 37℃下丝印裂变印品耐温性检测数据分析
在实现进口 A 级白卡纸国产化替代后，合格供方为湖北骏马，首先使用当前已批量供货的银鹿裂变油墨在骏马及伊格森德进口白卡上进行测试。结合表 2 及图 3 可以看出，在 37℃下，骏马白卡纸及伊格森德白卡纸印刷银鹿裂变油墨，两种样品随着耐温时长的增加均呈现变色，其中骏马白卡纸样品突变点在第 7 天，伊格森德白卡纸样品突变点在 7-11 天，往后色相波动较小，较伊格森德白卡，骏马白卡纸样品变色幅度更小，其△E 值< 0.5。

表 2 骏马与伊格森德白卡使用银鹿裂变耐温性检测表

方案序号	4days, 30℃	5days, 37℃	6days, 37℃	7days, 37℃	11days, 37℃	14days, 37℃	17days,37℃	18days,37℃
①（骏马白卡+银鹿裂变）	0.10	0.19	0.17	0.27	0.27	0.32	0.32	0.36
⑤（伊格森德白卡+银鹿裂变）	0.33	0.13	0.12	0.22	0.55	0.63	0.63	0.63

表 3 骏马与伊格森德白卡原纸耐温性检测表

方案	4, 30	5, 37	6, 37	7, 37	11, 37	14, 37	17,37	18,37
骏马白卡原纸	0.25	0.52	0.62	0.23	0.50	0.23	0.55	0.35
伊格森德白卡原纸	0.36	0.42	0.56	0.56	0.39	0.51	0.93	0.43

【注释】：4, 30：代表放置第 4 天，设置耐温温度 30℃，其它释义类同，以此类推。

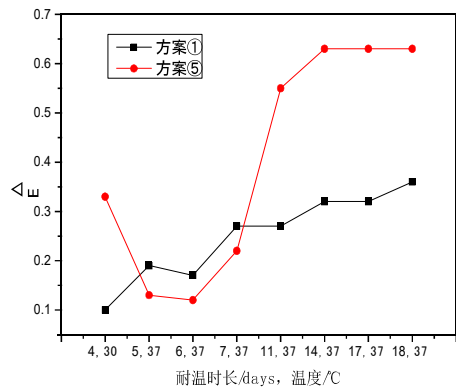


图 3 骏马与伊格森德白卡使用银鹿裂变耐温性检测变化曲线

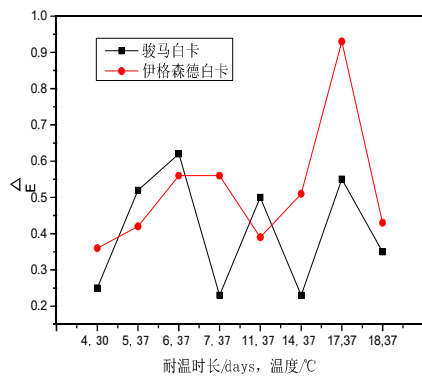


表 4 四种裂变油墨在骏马白卡上的耐温性检测表

方案序号	3days, 30℃	4days, 30℃	5days, 30℃	6days, 30℃	7days, 30℃	8days, 30℃	11days, 30℃	12days, 37℃	13days, 37℃	14days, 37℃
① (骏马白卡 + 银鹿裂变)	0.17	0.19	0.21	0.59	0.64	0.66	0.59	0.58	0.62	0.67
② (骏马白卡 + 浩彩裂变)	0.13	0.09	0.05	1.54	1.41	1.45	1.45	1.48	1.50	1.50
③ (骏马白卡 + 立美特裂变-4)	0.05	0.08	0.07	0.34	0.23	0.26	0.30	0.39	0.39	0.38
④ (骏马白卡 + 立美特裂变-6)	0.09	0.11	0.13	0.28	0.24	0.17	0.25	0.27	0.33	0.43

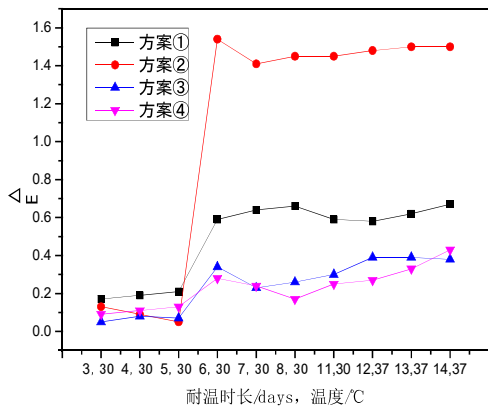


图 5 四种裂变油墨在骏马白卡纸上的印品耐温性检测变化曲线

将本次实验中的 a、b 值单独形成耐温性变化趋势图 6 及图 7，可以看出，四种裂变油墨色度值 a 较色度值 b 变化幅度较小，但均呈现出一定上涨趋势，即裂变类印品向黄色相变化，且以黄变为主，随着温度升高，时间变长，红黄相变化明显，这一实验结

图 4 骏马与伊格森德原纸耐温性检测变化曲线

从同步测试两种纸张耐温性检测情况（表 3 及图 4）来看，并未呈现出较明显的规律性，但两种纸张 ΔE 值基本在 0.30~0.60 之间波动，这说明两种纸张自身对温度的变化性并无明显区别，根据印刷裂变样品的耐温检测结果，白卡纸印刷丝印裂变油墨后，在一定温度下，变色程度会随着时间增长色差逐渐变大，颜色呈现红黄相变化，变深，而且在 7 天（days）以后色相波动明显跃变。

为比较四种裂变油墨在骏马白卡上的耐温性，经深度实验验证，从表 4 及图 5 看出，30℃ 下，四种裂变油墨在骏马白卡纸上 5~6 天出现变色突变，其中浩彩裂变油墨 ΔE 高达 1.54，往后四种样品色相波动较小；立美特两种裂变油墨较银鹿裂变变色程度更小，且两种油墨变色无明显差异，结合印品裂变效果（UVZ-2310-6 存在花版），立美特油墨选用 UVZ-2310-4 型号，与标样更接近。

果的测量值与视觉评价样品的色相感知偏差是一致的，这是本实验验证的重要结论，有力支撑了裂变类烟标印品，尤其是浅色系烟标，印刷裂变后，库存一段时间，出现较明显红黄相变化，而且温度越高，色相变化越快、越明显。

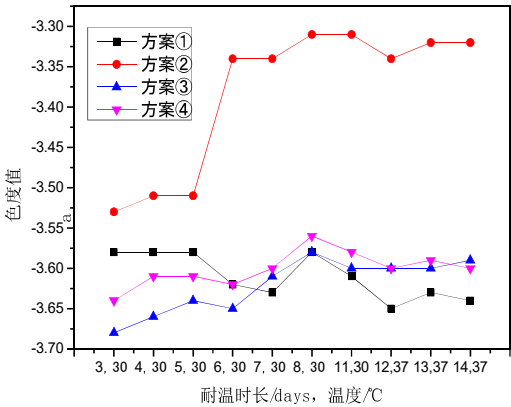


图 6 四种裂变在同种纸上 a 值耐温性变化曲线

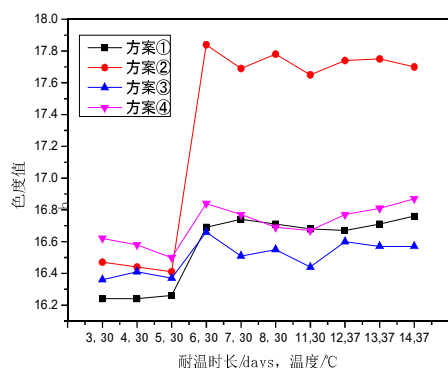


图 7 四种裂变在同种纸 b 值耐温性变化曲线

2.1.2 恒温 50℃下裂变印品耐温性检测数据分析

为更好地形成对比验证,对红塔及森博白卡纸(国产 A 级)印刷裂变产品进行耐温测试,探究更高温度下裂变样品的耐温性,使用银鹿裂变在四种白卡上印刷进行耐温实验,温度设定 50℃,鉴于在 30 及 37℃实验中变色突变点的规律性,将检测周期调整为 7 天。从表 5 数据可以看出,50℃下,三种国产 A 级白卡较伊格森德白卡在印刷银鹿裂变后整体变色趋势基本一致,7~14 天之间色相出现突变,△E 值达到 1.00,21 天后色差逐渐变大,28 天后,色相明显超标,库存产品色相不合格。

表 5 四种白卡纸印刷银鹿裂变油墨样品的耐温性检测表

方案序号	7days, 50℃	14days, 50℃	21days, 50℃
①(骏马白卡+银鹿裂变)	0.51	1.10	1.32
⑤(伊格森德白卡+银鹿裂变)	0.51	0.88	1.27
⑥(森博白卡+银鹿裂变)	0.53	1.07	1.33
⑨(红塔白卡+银鹿裂变)	0.60	1.09	1.33

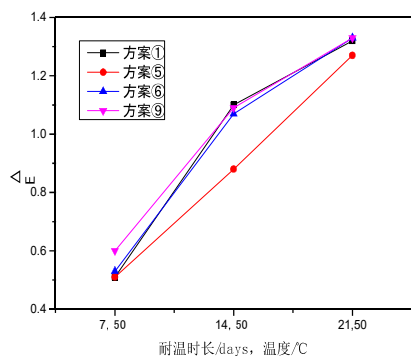


图 8 四种白卡纸印刷银鹿裂变样品的耐温性检测折线图

2.1.3 恒温 45℃下耐温性检测数据分析

在前三种耐温实验中,三种国产白卡纸对比伊格森德白卡纸均未表现明显的差异性,故 45℃不再进行伊格森德白卡的耐温性实验,将三种裂变油墨分别在三种国产白卡纸上印刷,进行耐温实验,其中浩彩裂变油墨为改进型油墨。从图 9 可以看出,在 45℃下,九种样品色相突变点基本仍出现在 7~14 天,△E 基本维持在 1.0 以内,但在 14 天后,大多数样品△E 基本不再明显变化,该种现象说明裂变印品颜色一旦黄红相变深突变过后,颜色变化

趋于稳定。

表 6 三种国产白卡纸印刷三种裂变油墨样品的耐温性检测表

方案序号	7days, 45℃	14days, 45℃	21days, 45℃
①(骏马白卡+银鹿裂变)	0.37	0.62	0.61
②(骏马白卡+浩彩裂变)	0.39	0.51	0.65
③(骏马白卡+立美特裂变)	0.3	0.37	0.41
⑥(森博白卡+银鹿裂变)	0.24	0.90	0.88
⑦(森博白卡+浩彩裂变)	0.33	0.87	0.89
⑧(森博白卡+立美特裂变)	0.2	0.66	0.67
⑨(红塔白卡+银鹿裂变)	0.44	1.06	1.04
⑩(红塔白卡+浩彩裂变)	0.26	0.55	0.63
11(红塔白卡+立美特裂变)	0.37	0.83	0.85

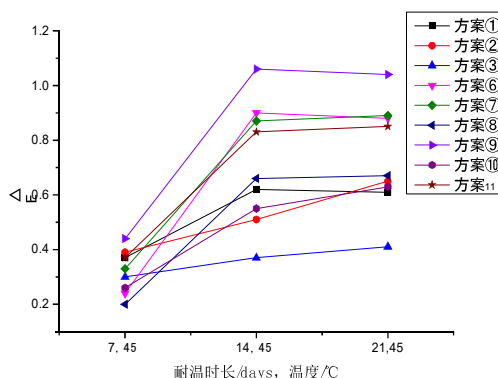


图 9 三种国产白卡与三种裂变油墨搭配方案样品耐温性变化曲线

2.2 耐温测试分析与库存最适宜周期

通过耐温性检测,37℃对裂变类烟标印品的存储环境是一个上限设定值,亦即为保持裂变类印品 2 个月的库存周期;温度超过 45℃,不适合裂变类烟标印品的备货存储,最多不能超过 1 个月,本项目研究的成果对公司裂变类烟标印品的生产、库存备货提供了一个强有力的支撑依据。

3. 结论

本项目通过研究四种(骏马、红塔、森博、伊格森德)白卡纸及承印三种厂家(银鹿、浩彩、立美特)裂变油墨后的耐温性,可以得出对于裂变类烟标印品,当仓储环境温度 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 时,色相将往红黄相变化,且以黄变为主,色相突变出现在仓储第七天;当 $30^{\circ}\text{C} \leq \text{仓储环境温度} \leq 37^{\circ}\text{C}$,仓储周期 ≤ 2 周为宜,但不能超过 9 周,即 2 个月备货周期(超过此备货周期,产品的色相超标准上限值),△E 最大达到 0.6;当仓储环境温度 $\geq 45^{\circ}\text{C}$,仓储周期 ≤ 1 周为宜,但不能超过 4 周,即 1 个月备货周期(超过此备货周期,产品的色相超标准上限值),△E 最大达到 1.1。(备注:对于浅色类的印品△E=0.6,视觉感官色相差异较为明显;△E=1,视觉感官色相差异非常明显)

因疫情爆发后,国外纸张购买出现难题,导致烟标材料保供出现瓶颈,实现进口伊格森德白卡国产化替代后,无论是纸张成本还是运输成本,都明显下降,符合当前国家倡导的“绿色低碳”发展目标,但国产白卡纸理化性能与伊格森德白卡纸逼近一致,

保持烟标良好的品相及卷包适性，一直备受关注。通过本项目耐温性研究，三种国产白卡纸较伊格森德白卡纸并未出现明显差异，为进口纸的国产化替代提供了强有力根据，同时国产白卡纸能更好地完成质量溯源，促进了公司积极响应国家以构建国内大循环为主体，国内、国际双循环相互促进的新发展格局。

参考文献

- [1] 洪柱香. 发展新型丝印设备 开创丝网印刷新时代 [J]. 印刷质量与标准化, 2015(7):10-15.
- [2] 何丽. 水性油墨的现状以及发展分析 [J]. 纸和造纸, 2017, 36 (5) : 47-49
- [3] 田延艳. 绿色低碳模式下印刷包装行业的可持续发展探析 [J]. 中国包装, 2022,42(2):25-27.
- [4] 周建丽. 新技术新工艺在烟草包装设计中的运用 [J]. 绿色包装, 2022,81(9):90-93.

[5]GB/T 462-2008, 纸、纸板盒纸浆分析试样水分的测定 [S].

作者简介:

贾金平 男 汉族 湖北省武汉市人 研究生, 武汉虹之彩包装印刷有限公司, 助理研究员 印刷工艺技术及材料、工艺装备与自动化。

代国庆 男 汉族 新疆维吾尔自治区哈密市人 本科, 武汉虹之彩包装印刷有限公司, 工艺员 印刷材料及工艺。

毛迎旭 男 汉族 新疆维吾尔自治区哈密市人 本科, 武汉虹之彩包装印刷有限公司, 工艺员 印刷材料及工艺。

黄 毛 男 汉族 湖北省武汉人 大专, 武汉虹之彩包装印刷有限公司, 工艺员 印刷材料及工艺。

高新华 男 汉族 湖北省武汉人 大专, 武汉虹之彩包装印刷有限公司, 印刷组长 印刷材料及工艺。