

圣经纸性能与颜色复制的关系

胡桂春¹, 邢洁芳¹, 蔡永平², 葛力¹, 戴红旗¹

(1. 南京林业大学 江苏省制浆造纸科学与技术重点实验室, 南京 210037; 2. 南京爱德印刷有限公司, 南京 211153)

摘要: 通过对圣经纸的白度、不透明度、平滑度等性能进行检测并模拟印刷实验, 分析了圣经纸性能对色彩再现的影响。结果表明: 圣经纸不透明度增加会减少其印刷品透印; 圣经纸紧度和平滑度提高可增加印刷品密度, 同时, 圣经纸紧度增加可提高其平滑度; 白度高的圣经纸对印刷色域无明显影响, 在不影响阅读效果和不引起视觉疲劳的基础上, 应适当选用白度高的圣经纸来印刷彩色图文。

关键词: 圣经纸; 纸张性能; 色彩再现; 色域

中图分类号: TS802.2; TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)07-0085-04

Relationship between Bible Paper Properties and Color Reproduction

HU Gui-chun¹, XING Jie-fang¹, CAI Yong-ping², GE Li¹, DAI Hong-qi¹

(1. Jiangsu Provincial Key Lab of Pulp and Paper Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Nanjing Amity Printing Co., Ltd., Nanjing 211153, China)

Abstract: The whiteness, opacity, smoothness of Bible paper was tested by experiments. The influence of Bible paper properties on printing color reproduction was analyzed according to color rendering and color gamut of the same oils. The results showed that increase of Bible paper opacity reduces the print through phenomenon; high density and smoothness of Bible paper increases print density; with the increasing tightness of Bible paper, the smoothness increases; high whiteness Bible paper has no significant influence on color gamut. It was suggested to use Bible paper of higher whiteness to print color image and character under the precondition of not influencing reading effect and not causing visual tiredness.

Key words: bible paper; paper properties; color reproduction; color gamut

圣经纸是供胶版印刷圣经、字典、袖珍手册、工具书等大部头书籍的高级印刷纸, 突出特点是薄, 装订同样厚度的书(版面安排和字号都相同), 采用圣经纸比采用普通凸版纸几乎可以多容纳一倍的字数^[1-2]。

圣经纸的生产多采用长网抄造、轻度施胶和超级或普通压光机压光工艺, 原料则以漂白化学木浆为主, 有时也加入棉浆、漂白破布浆、漂白草浆等。由于圣经纸定量一般在 25~40 g/m² 之间, 纸张较薄, 不透明度低。为提高纸张不透明度, 常使用颗粒细小且具有良好遮盖性能的钛白粉(TiO₂)或优质碳酸钙等作为填料, 同时为了提高纸张白度, 还适当添加增白

剂^[1,3-6]。目前圣经纸制造厂商采用新工艺已开发出了特白圣经纸、蓝色高不透明度圣经纸等。

在国内, 圣经纸的印刷大多采用单一黑色印刷, 有些印刷企业通过改进工艺实现了双色印刷(即黑色和专色), 而在国外, 如日本、韩国及荷兰等已实现了圣经纸的四色印刷。目前, 在国际圣经纸印刷市场中, 单色和双色印刷属于中低端市场, 利润较低, 竞争较大, 而四色印刷属于高端市场, 利润丰厚, 竞争优势明显。圣经纸四色印刷的实现与印前图文处理、制版、印刷设备、纸张等因素有关, 其中圣经纸性能对印品颜色复制有很大影响。笔者在特白圣经纸、蓝色高

收稿日期: 2010-12-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30871995); 江苏省高等学校大学生实践创新训练计划项目

作者简介: 胡桂春(1983—), 女, 山东日照人, 南京林业大学硕士生, 主攻图文信息处理。

通讯作者: 邢洁芳(1964—), 女, 江苏人, 南京林业大学副教授、硕士生导师, 主要研究方向为图文信息再现与控制 and 印刷企业管理。

不透明圣经纸和普通圣经纸上分别进行印刷实验,分析圣经纸白度、不透明度、平滑度等性能与颜色复制的关系,为圣经纸四色印刷提供参考。

1 实验

1.1 仪器与材料

仪器:电动厚度测定仪(J-DHY034B)、电子天平(精度 0.000 1 g)、白度颜色测定仪(YQ-Z-48A)、别克平滑度仪(DCP-BKP10K)、分光光度计(Spectro Eye)、胶印印刷适性仪(IGT-C1)。

油墨:黄色油墨、品红色油墨、青色油墨(南京爱德印刷有限公司提供)。

纸张:35 g/m² 特白圣经纸(编号:L)、35 g/m² 蓝色高不透圣经纸(编号:M)、40 g/m² 普通圣经纸(编号:N)、33 g/m² 普通圣经纸(编号:O)、30 g/m² 普通圣经纸(编号:P)(南京爱德印刷有限公司提供)。

1.2 方法

1.2.1 纸张性能检测

测试各圣经纸的定量、厚度、紧度、白度、不透明度、平滑度^[7],数据见表 1。

表 1 纸张特性测试数据

Tab.1 Test data of paper properties

纸样 编号	定量 /(g·m ⁻²)	厚度 /mm	紧度 /(g·cm ⁻³)	白度 /%	不透明 度/%	平滑度 /s
L	35.97	0.049 6	0.725	91.39	78.5	50
M	35.46	0.045 9	0.773	83.18	83.7	78
N	40.73	0.050 3	0.810	87.21	81.5	105
O	34.16	0.045 8	0.746	86.61	82.5	72
P	31.28	0.039 6	0.789	84.38	79.8	98

1.2.2 印刷

在 IGT 印刷适性仪上,用黄、品红、青 3 种油墨,在印刷压力 250 N,印刷速度 0.3 m/s,注墨量为 0.237 mL 的条件下,印刷 Y,M,C 三原色于 L,M,N,O,P 5 种圣经纸上,并在同一厂家生产的 L,M,N 3 种圣经纸上印刷 R(M+Y),G(C+Y),B(C+M)三间色,得到 L,M,N,O,P 5 种印刷品。

1.2.3 检测

1) 透印的检测。

在平版印刷质量国家标准中,对印刷品透印没有明确的量化指标和检测方法,目前国内造纸和印刷行业采用的检测手段主要有密度检测、色度检测和渗透

深度计算 3 种。密度检测法是用背面阴影处与白纸之间的密度差来表达透印值,密度差越大,表示印刷品透印越严重^[8]。

$$\text{透印值} = D_q - D_\infty$$

式中: D_q 为反面透印区域光学密度; D_∞ 为纸张光学密度。

色度检测是用印刷品背面阴影与白纸之间的色差值来表示,色差越大,表示印刷品透印越严重^[9]。

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

式中: $\Delta L_1^* = L_1^* - L_2^*$; $\Delta a_1^* = a_1^* - a_2^*$; $\Delta b_1^* = b_1^* - b_2^*$ 。 L_1^*, a_1^*, b_1^* 表示印刷品背面阴影处的色度值, L_2^*, a_2^*, b_2^* 表示白纸的色度值。

渗透深度是油墨在纸张中渗透深度,渗透深度越大,表示印刷品透印越严重^[10-11]。

$$h = \sqrt{\frac{2k}{\mu\phi}(p_A - p_i)t} + \sqrt{\frac{\sigma t}{2\mu\sqrt{\phi}} \frac{8k}{\phi}}$$

式中: t 为压印作用时间; p_A 为印刷压力; p_i 为大气压; μ 为油墨粘度系数; σ 为油墨表面张力; ϕ 为纸张的孔隙度。

在彩色印刷中,透印现象可能由两色、三色甚至四色油墨叠印产生。密度值反映的是印刷品反射光量的多少,不能对颜色特征作出精确表述,因此,很难准确判断彩色印刷品背面阴影与白纸之间颜色的视觉差异;渗透深度检测则是计算油墨的渗透深度,由于纸张厚度不同,即使油墨渗透深度相同但对不同厚度的纸张产生透印程度不同,同样也难以很好地评价印刷品透印程度^[9];色差是 2 个颜色差别量的大小,与人眼视觉上色感知差别成正比,色差的变化与人眼视觉感知的一致性较好,因此色度法检测出的印刷透印值能准确反映印刷品背面阴影与白纸之间的差异。因此,笔者选用色度检测法来评价印刷品透印的程度。

2) 印刷品检测。

用 Spectro Eye 分别测量 L,M,N,O,P 5 种印刷品在 RGB 滤色片下的实地密度和背面色差并求取平均值,根据色偏公式、色效率、灰度公式^[12],计算色偏、灰度、色效率,并根据 GATF 色轮图绘制方法绘制 L,M,N 3 种圣经纸色域图。

2 结果与讨论

2.1 圣经纸性能与颜色复制

圣经纸性能与颜色复制见表 2,可以看出,同一

表 2 色效率、色强度和色差测试数据

Tab.2 The test data of color efficiency, color strength, and color difference

纸样	色别	色效率	色强度	色差	纸样	色别	色效率	色强度	色差
Y		96.73	0.92	17.61	Y		96.36	1.01	9.62
L	M	61.13	0.97	14.01	M	M	62.23	1.09	7.80
	C	68.63	0.98	13.27	C		68.45	1.09	7.51
Y		96.20	1.05	10.73	Y		96.80	0.94	10.05
N	M	63.00	1.14	10.44	O	M	59.12	1.01	8.46
	C	65.34	1.16	10.73	C		63.53	1.03	9.27
Y		95.87	1.02	12.58					
P	M	60.34	1.10	11.06					
	C	65.51	1.13	11.10					

种纸张使用不同油墨印刷出的印刷品色效率不同,5种纸的黄墨色效率最大,品红墨的色效率最小,青墨色效率居中。同一种纸张对不同油墨印刷品的色差不同,其中黄色色差最高,品红和青色色差很相近。

圣经纸性能见图 1,结合表 1,2 和图 1a 可以看

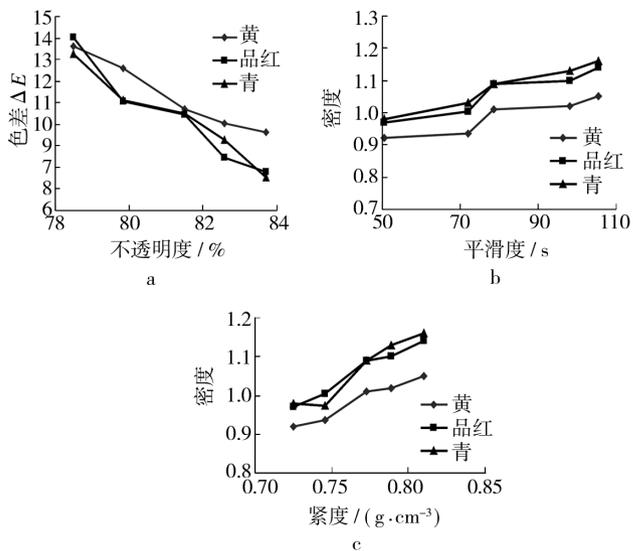


图 1 圣经纸性能与密度和色差的关系

Fig.1 Relationship between paper properties and density and color difference

出,纸张不透明度增大,黄、品红、青三颜色印刷品背面色差都减小。圣经纸是由纤维、填料、胶料等成分组成的物质,纸张不透明度增大,进入纸张内部的光线在胶料、纤维、填料间经吸收和折射后,透射到纸张背面的光线减少,使图文部分和非图文部分背面的色差减少,降低了印品透印现象。同时,从图 1a 中可以

看出,品红和青色印刷品的图文部分和非图文部分背面色差相近,而黄色印刷品除在 2 种圣经纸(L,N)上的色差与品红和青色印刷品色差相近外,在其它圣经纸上差别较大。

由表 1,2 和图 1b 可以看出,圣经纸的平滑度增加,黄、品红、青三颜色印刷品色强度都增大。色强度即主密度,主要是反映纸面被油墨覆盖程度,纸张表面平滑度高,在印刷过程中使橡皮布与纸张接触更充分,转移到纸张上的油墨更完全,印刷品密度增大。

通过表 1,2 和图 1c 可以看出,圣经纸的紧度增加,黄、品红、青三颜色印刷品色强度都增大。纸张紧度增大,纤维间结合紧密,可以减少油墨颜料和连接料向纸张内部的渗透,使得印刷品密度增大。同时结合表 1 可以看出,随着紧度的增加,圣经纸平滑度增大。在造纸过程中,纸张紧度受纸浆种类、打浆程度、填料的多少及压光等众多因素的影响。通过增加压光压力,使得纸张紧度增加,从而提高纸张表面的平滑度。同时,从图 1b,c 中可以看出,黄、品红、青三色油墨在圣经纸印刷后,品红和青色印品的密度相近,黄色印品的密度低于品红和青色印品密度。

从图 1 可以看出,无论纸张性能如何,不同的油墨呈色能力亦有所差异,黄墨与其他 2 种青和品红原墨区别较大,而青和品红墨曲线较多重叠,说明两者复制性能比较接近。

2.2 圣经纸印刷品 GATF 色域

将以上 L,M,N 纸有关数据制成色域图,见图 2。

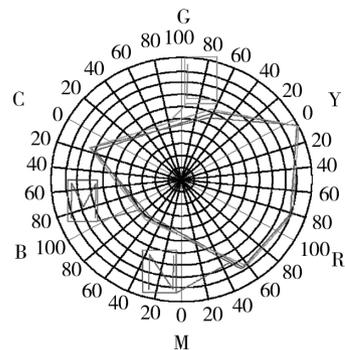


图 2 几种圣经纸的色域图

Fig.2 Color space of some Bible paper

可以看出三者色域很相近,L 纸色域范围比 M,N 纸色域范围略大但不明显,M 和 N 纸的色域范围很相近;从表 1 可以看出 L 纸白度大于 M,N 纸,M 和 N 纸的白度相近,而且 L,M,N 为同一厂家生产,生产

工艺相近,白度高的圣经纸对其色域扩大无明显作用;但高白度的圣经纸对彩色印刷有利,因为纸张白度高可增强油墨与纸张的对比度,而且大多数彩色油墨都是透明或半透明的,光线照射到墨层表面,一部分光线透过墨层照射到纸面上。纸张的白度增加,使部分光线经过纸面完全的反射,再经墨层透射出来,与油墨的颜色混合在一起,使颜色鲜艳。同时,从图2中可以看出,使用该种油墨进行圣经纸印刷,其在蓝色、绿色区域范围较小,因此对圣经纸进行彩色印刷时,要注意印前图文的处理工作,以免出现超色域色,影响印品质量。

3 结论

通过以上研究可得到如下结论:

1) 圣经纸不透明度增加可减轻其印刷品透印现象的产生,因此,印刷企业在购买圣经纸时应将不透明度列为重要参考指标。

2) 圣经纸紧度增加可提高其平滑度,紧度和平滑度的提高可增大印刷品密度,印刷密度可增大颜色再现范围,但紧度过高印刷过程中油墨渗透慢,使油墨固着干燥结膜速度降低,容易造成背面黏脏,影响印品质量,因此也不能一味追求圣经纸的高紧度。

3) 白度高的圣经纸对印刷色域无明显影响,但对彩色印刷有利,因为彩色油墨大多为透明或半透明的,透过油墨照射到纸张的光线经纸面反射通过墨层透射出来,增加油墨鲜艳程度;但纸张的白度过高会刺激人眼,不适宜长时间阅读,因此,无论是用以印制长时间使用的圣经还是字号较小的辞书、工具书,均应在不影响阅读效果和不起视觉疲劳的基础上,适当选用白度高的圣经纸来印刷彩色图文。

通过以上对圣经纸性能与色彩再现的分析研究,为圣经纸印刷企业在彩色印刷时合理地选纸、生产高质量的彩色印刷品提供了技术参考,同时对造纸厂改进圣经纸生产工艺也有一定的参考价值。另外,本文仅针对圣经纸性能对彩色印刷品的复制进行了研究分析,而印前图文信息处理、制版、印刷设备等因素对生产高质量的圣经纸彩色印刷品影响还有待进一步的研究。目前,国际上圣经纸还在往超低定量方向发

展,以满足低碳经济的需求,这对国内造纸行业、薄纸印刷行业无疑是一个严峻的挑战,对其研究具划时代意义。

参考文献:

- [1] 刘仁庆,黄秀珠. 纸张指南[M]. 北京:中国轻工业出版社,2004.
- [2] 陈永常:纸张、油墨的性能与印刷适性[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [3] KORMANN C. Photolysis of Chloroform and Other Organic Molecule in Aqueous TiO₂ Suspensions[J]. Environ Sci Technol,1991(25):494.
- [4] JERRY Popson S, MALTHOUSE D D, ROBERTSON P C. Applying Brightness, Whiteness and Color Measurements to Color Removal[J]. Tappi Journal,1997,80(9):137.
- [5] LEO Neimo. Papermaking Chemistry: Papermaking Science and Technology,Book4[M]. 1999. (余不详)
- [6] YOON Se-yong, DENG Yu-lin. Starch-fatty Complex Modified Filler for Papermaking[J]. Tappi Journal,2006,5(9):3.
- [7] 石淑兰,何福望. 制浆造纸分析与检测[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
- [8] 邢洁芳,丁胜. 低定量纸透印值标准的研究[J]. 印刷质量与标准化,2006(7):23-25.
- [9] 张正修. 印刷透印的检测与控制研究[J]. 包装工程,2006,27(6):65-66.
- [10] 刘福平,齐晓堃. 油墨在纸张中渗透的研究方法[J]. 包装工程,2006,27(5):13-15.
- [11] 刘福平,齐晓堃. 印刷过程中油墨渗透深度的计算与实验研究[J]. 包装工程,2006,27(1):71-75.
- [12] 周世生. 印刷色彩学[M]. 北京:印刷工业出版社,2005.