镭射卡纸条形码印刷质量问题研究

官燕燕[1]，叶义成[2]
（1. 中山火炬职业技术学院，中山 528436；2. 东莞虎彩印刷有限公司，东莞 523923）

摘要：目的 研究包装印刷中镭射卡纸条形码印刷质量不合格问题。**方法** 以香槟纸烟包产品为例，分析条形码印刷不合格的原因，从人员、设备、材料、方法、环境等5个方面分析归纳了影响条码印刷质量的因素，找出其关键影响因素。**结果** 检测指标中缺陷度不合格为100%。条形码区域白墨印刷不平整，未有效覆盖镭射卡纸表面，导致出现不规则透光点是缺陷度检测不合格的主要原因。影响白墨印刷平整性的关键因素是白墨水墨平衡和墨层厚度控制。**结论** 生产中应按小墨小水原则调节白墨的水墨平衡，并保持油墨墨层厚度为2~3 μm，以使白墨印刷平整，有效覆盖镭射卡纸表面，保证条码印刷质量。

关键词： 条形码；镭射卡纸；印刷质量；缺陷度
中图分类号： TS896　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1001-3563(2014)19-0135-04

Analysis of the Bar Code Printing Quality Instability of Laser Paper

GUAN Yan-yan[1], *YE Yi-cheng*[2]
(1. Department of Packaging and Printing, Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528436, China;
2. Dongguan Hucai Printing Co. Ltd., Dongguan 523923, China)

ABSTRACT: Objective To study the problem of printing quality instability of bar code printed on the laser paper. **Methods** The causes of unqualified bar code printing were analyzed by taking package products of champagne paper as an example. The factors influencing the bar code printing quality were analyzed and summarized from the five aspects of staff, equipment, material, method and environment, and the key influencing factors were found out. **Results** The defect rate of unqualified bar code was 100%. The main cause was that the white ink was not printed smoothly and did not effectively cover the surface of the laser paper, leading to many irregular light points on the laser paper surface. The key factors affecting the white ink printing smoothness were white ink's water-ink balance and ink layer thickness control. **Conclusion** The bar code printing quality should be controlled through reasonable regulation of white ink's water-ink balance and keeping the ink layer thickness of about 2~3 μm, to achieve smooth printing and effective covering of white ink on the surface of the laser paper, thus ensuring the bar code printing quality.

KEY WORDS: bar code; laser paper; printing quality; defects

近年来，镭射材料在包装印刷产品，尤其是烟包、酒盒、牙膏盒等产品上应用广泛[1]。由于纸张表面性质对条形码识读影响较大，且镭射卡纸表面具有光泽特性，因此印刷条形码时通常需要在条形码部位先印刷白墨，再印条形码，以提高条形码印刷后的识别率[2]。但即使印刷白墨打底，镭射卡纸上条形码印刷质量仍然不稳定，合格率较低，特别是点状和细条纹镭射卡纸（非素面镭射效果）问题更严重[3,4]。针对此问题，以香槟纸为研究对象，分析了影响镭射卡纸上条形码印刷质量的因素，找到其质量不合格的原因，并提出了解决方案，为提高镭射卡纸条形码印刷质量的稳定性提供参考。

收稿日期： 2014-04-13
作者简介： 官燕燕（1982—），女，福建人，硕士，中山火炬职业技术学院讲师，主要研究方向为印刷包装工程。

1 商品条形码印刷质量检测方法

条形码是否合格，是由条形码的等级决定。国家标准规定条码等级由7个项目组成，分别为译码正确性（Decode）、边缘反差（Edge contrast）、符号反差（Symbol contrast）、调制比（Modulation）、最低反射率（Rmin/Rmax）、缺陷度（Defects）和可译码度（Decodability）[5]。各项目等级分别为0，1，2，3，4级，条码最终等级取7个项目中最低的等级。国标等级规定，条码等级建议≥2.5级（平均值），要求不低于1.5级。目前，各印刷企业明确要求烟盒必须≥2.5级，部分彩盒要求≥2.5级。条形码检测可使用条码检测仪[6]，其测量的条码反射率曲线见图1。条码检测仪可直接显示7个项目参数的等级，以及最终的条码等级。

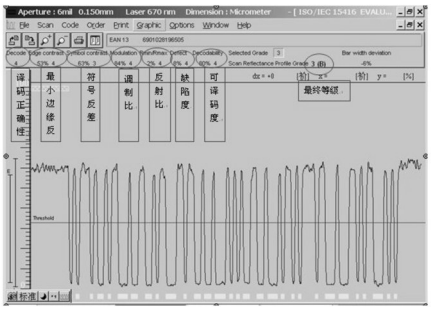


图1 条形码反射率曲线

Fig.1 The reflectance curve of bar code

2 镭射卡纸条形码印刷质量影响因素分析

2.1 镭射卡纸表面特性

目前，国内采用的镭射卡纸主要是BOPP和EPT镭射卡纸。镭射卡纸通常由卡纸、膜层、镀铝层、涂层等4部分组成，其结构[7]见图2。镭射卡纸的表面是真空镀铝层，在有光照的情况下，会出现五彩斑斓的颜色，形成镭射效果。有些镀铝层还需要进行全息模压，形成特殊的纹理效果[8—9]。未印刷的香槟纸表面在显微镜下放大150倍的图片见图3，可见由于进行了纹理模压，使得镭射卡纸表面形成了规律性的凹坑，因此，要在镭射卡纸表面印刷条码必须先印刷油墨打底，以完全填平凹坑，把表面镭射效果遮住，否则其反射光将影响条码检测仪识别和检测条形码[10—12]。通常考虑到条形码识别率问题，镭射卡纸上印刷的条码都采用黑白色搭配（黑为条、白为空），因而镭射卡纸表面条形码位置打底的油墨是白墨。生产中通常采用2次白墨印刷，且需UV灯干燥。

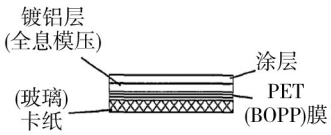


图2 镭射卡纸结构

Fig.2 The structure of the hologram paper

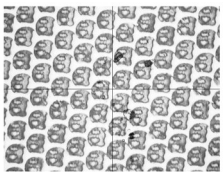


图3 未印刷的香槟纸张的表面效果（放大150倍）

Fig.3 Surface effect of unprinted champagne paper (150×)

2.2 影响因素分析

根据镭射卡纸条形码印刷工艺流程，可采用“人、机、料、法、环”的质量分析方法[13]，即从人员、设备、材料、方法、环境5个方面分析归纳影响条码印刷质量的因素。从人员方面考虑，操作人员的经验、操作过程是否按标准工艺流程进行，是否操作失误直接影响条码印刷质量；从设备方面考虑，印刷设备运行是否正常，条码检测仪器是否稳定也会影响条码的印刷和检测；从材料方面考虑，镭射卡纸和白墨是主要的材料，镭射卡纸表面具有光泽效果，白墨若不能将光泽效果遮盖，其反射光会影响条形码的检测；从方法方面考虑，条形码本身尺寸设计是否合理，直接影响条形码检测仪的检测结果，尺寸设计若不合理检测仪将无法正确识别条形码[14,15]。白墨是否印刷平实会影响白墨遮盖镭射卡纸表面镭射效果，若印刷不平整，部分镭射卡纸表面漏反射光，将影响条形码检测仪的检测。具体来说，生产过程中UV灯功率、白墨厚薄控制、白墨位置压力控制和白墨水墨平衡控制等都会影响白墨印刷平整性；从环境方面考虑，印刷车间环境和条码检测环境会有一定的影响，但影响的程度相对其他因素较弱。根据以上分析，可归纳出镭射卡纸条形码印刷质量的影响因素，见表1。

3 关键因素确定

表1列出的镭射卡纸条形码印刷质量因素较多，这里以东莞虎彩印刷有限公司“白沙烟（香槟纸）小盒

表1　镭射卡纸条形码印刷质量影响因素

Tab.1 Influencing factors of laser paper bar code printing quality

名称	影响因素
人员	操作经验、操作流程
设备	印刷设备、条码检测仪
物料	镭射卡纸表面镭射与压纹效果、白墨（遮盖力、流平性）
方法	条码尺寸设计、UV灯功率、墨层厚薄控制、白墨位置、压力控制、水墨平衡控制
环境	印刷环境、检测环境

产品”为例，实验分析其关键因素，并找到合理的对应措施。企业规定该产品条码等级需大于2.5级，但生产过程中，50%以上产品条码等级达不到2.5级要求。该产品的生产条件见表2。

表2　“白沙烟（香槟纸）小盒产品”生产条件

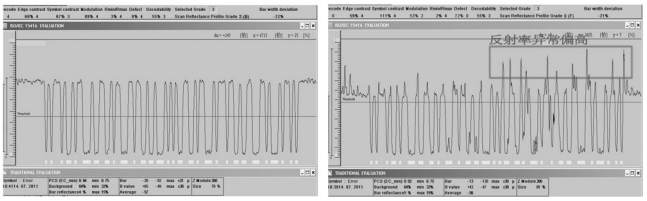
Tab.2 "Baisha cigarettes (Champagne paper) box" production conditions

名称	影响因素
人员	机台操作人员5年工作经验以上，操作按标准流程进行
设备	印刷机（罗兰700）运行正常、条码检测仪稳定
物料	90 g香槟纸，深赛尔UVP100白墨
方法	条码设计检查合格；印刷第1座白墨后UV灯不开，印刷第2座白墨后UV灯功率160 W/cm^2；白墨墨层厚度约1~2 μm；2座白墨压力（滚筒间隙0.1 mm）；水墨平衡控制（润版液使用量约25%）
环境	印刷车间、检测环境正常

根据表2的生产条件，机台操作人员5年工作经验以上，操作按标准流程进行，且印刷设备、环境均正常，由此可排除人员、设备和环境的影响。镭射卡纸通常是客户规定用材料或设计师设计好使用的材料，不可替换。条形码设计检查合格，也可排除。对于其余影响因素需作进一步分析。

为了解不合格条码的情况，抽样统计同批次条码不合格产品，抽样数量为50张。应用条码检测仪测量50张不合格样的译码正确性、边缘反差、符号反差、调制比、最低反射率、缺陷度和可译码度等7个项目。结果发现在7个检测项目中，50张条码不合格产品的缺陷度指标均低于2.5级，缺陷度不合格为100%，这是导致条码最终等级不合格的主要原因。条码缺陷度反应的是条与空的不规则性，若条码上条或空出现较多的不规则点，则缺陷度可能不合格[16]。

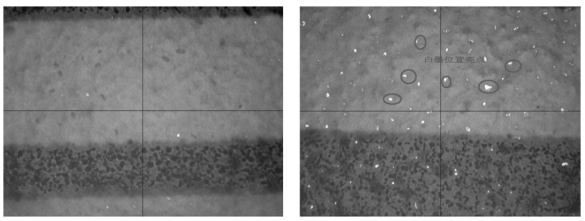
分别选择一张合格产品与不合格产品的条形码进行反射率曲线扫描，其波形图见图4，可以发现不合格条形码的反射率异常偏高点的数量要比合格条形码多。为寻找这些反射率异常偏高的点，采用条形码显微镜观察相应的合格条形码与不合格条形码的表面效果，图片放大150倍显示，见图5。



a 合格条形码　　b 不合格条形码

图4　条形码反射率曲线对比

Fig.4 Comparison of reflectance curves of qualified and unqualified bar codes



a 合格条形码　　b 不合格条形码

图5　条形码表面效果（放大150倍）对比

Fig.5 Comparison of surface effects of qualified and unqualified bar codes (150×)

在图5中，颜色深的部位为条码部分，颜色浅的为白墨部位，亮点为未印刷到油墨的镭射卡纸透光点。可见，不合格条形码上的白墨部分镭射卡纸透光点大小和数量明显大于合格条形码的透光点数量。这些透光点即是不合格条码反射率曲线中反射率异常高的点。

从以上分析可知，镭射卡纸条形码印刷质量不合格主要是缺陷度不合格，而导致缺陷度不合格的主要原因是镭射纸上出现较多的不规则透光点。这些透光点产生的主要原因是白墨印刷不平整，没有完全覆盖镭射纸表面所致。对于具有压纹效果的镭射卡纸（如香槟纸），表面由规律性的凹坑组成，白墨若不将其填平，就更容易出现透光点。由此可知，表1中除了排除的因素外，可能导致印刷不平整的因素有白墨的流平性、UV灯功率、墨层厚薄、白墨位置压力和水墨平衡等。

4 实验分析与调整措施

为找到有效的调整措施，针对白墨流平性、UV灯功率、墨层厚薄、白墨位置压力和水墨平衡等5个方面设计了5组实验，对“白沙烟（香槟纸）小盒产品”生产进行调整。其中，印刷操作人员、设备及环境条件均不变。每组实验上机印刷100张，每张抽取5联条码扫描。每个条码在不同位置扫描10次，平均等级2.5级则合格。统计条码扫描的合格率，与之前生产合格率（约50%）进行比较。实验结果见表3。

从表3可以看到，实验3和实验4条码合格率分别达到94%和96%，与之前合格率相比有明显改善；实验1的条码合格率为61%，与之前生产情况相比略有提高但不明显；实验2和实验5条码合格率无明显改善。由此可见，白墨的水墨平衡和墨层厚度是影响镭射卡纸上条形码印刷质量的关键因素。在生产中，保证其他条件正常的情况下，可重点考虑从控制白墨的水墨平衡和调节墨层厚度入手，使白墨印刷平整，完全覆盖镭射卡纸表面。即应按照小墨小水原则控制好白墨的水墨平衡，并保持适当的墨层厚度。若水墨平衡调整无改善，可增加白墨下墨量，使白墨墨层厚度达到2~3 μm，以保证油墨能完全覆盖镭射卡纸表面。

表3 5组实验结果

Tab.3 Experimental results of five groups

实验编号	实验方法	条码扫描合格率/%
1	第1座白墨UV灯功率调整至120 W/cm^2，干燥第1座白墨，再印刷第2座白墨（其他条件不变）	61
2	增加2座白墨位置压力，滚筒间隙调节至0.09 mm（其他条件不变）	55
3	2座白墨分别增加下墨量30%，墨层厚度2~3 μm（其他条件不变）	94
4	洗车，重新加入新白墨，按照小墨小水原则重新调整至水墨平衡，润版液使用量约20%（其他条件不变）	96
5	白墨里增加3%，7%的去粘剂，以提高白墨流平性	51

5 结语

镭射卡纸（以香槟纸为例）条形码印刷的主要质量问题是条形码缺陷度不合格，即白墨部分在扫描仪下出现不规律的高光反射点。其原因是镭射卡纸表面由规律性的凹坑组成，若白墨没有将这些凹坑完全填平，不能完全遮盖纸张表面的镭射，就会出现过多的透光点。为减少透光点的影响，印刷时要使白墨印刷平整，其关键问题是白墨水墨平衡控制和墨层厚度控制。白墨的水墨平衡需按照小墨小水原则调整，以减少白墨乳化情况发生。对于白墨厚度的控制问题，各印刷企业可根据镭射卡纸的类型和白墨产品类型，建立各自的经验数据，以稳定生产质量。

参考文献：

[1] 哈流柱，许文才. 包装用全息镭射转移纸的技术创新之路[J]. 中国品牌与防伪，2010(9)：70—73.
HA Liu-zhu, XU Wen-cai. Innovation Road of Packaging with Using Laser Transfer Paper[J]. China Brand and Anti-Counterfeiting, 2010(9): 70—73.

[2] 赵东柏. 纸张表面性质对条形码识读率的影响[J]. 包装工程，2003，24(2)：17—22.
ZHAO Dong-bai. The Effect of Paper Surface Character on Readability of Bar Code[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(2): 17—22.

[3] 康启来. 商品条形码质量若干问题的分析和控制要求[J]. 印刷世界，2011(10)：38—41.
KANG Qi-lai. Research on the Bar Code Quality Problems and Requirements[J]. Print World, 2011(10): 38—41.

[4] 王章苹. 条码印刷质量与适性探析[J]. 包装工程，2004，25(5)：142—148.
WANG Zhang-ping. Research on the Printing Quality and Printability of Bar Code[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(5): 142—148.

[5] GB/T 18348—2008 商品条码条码符号印制质量的检验[S]. 北京：中国标准出版社，2008.
GB/T 18348—2008. Barcode for Commodity Test the Quality

（下转第148页）

Logistics Operations under Uncertainty[J]. Transp Res E, 2009,45(1):61—71.

[10] PISHVAEE M R, FARAHANI R Z, DULLAERT W. A Memetic Algorithm for Bi-objective Integrated Forward/Reverse Logistics Network Design[J]. Comput Oper Res, 2010, 37(6): 1100—1112.

[11] 李勤. 基于逆向物流的第三方物流仓储配送规划研究[J]. 包装工程,2010,31(15):110—112.
LI Qin. Research on TPL Storage and Distribution Planning Based on Reverse Logistics[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(15):110—112.

[12] 甘信华,刘峰. 汽车制造企业的逆向物流能力影响因素的结构分析[J]. 包装工程,2011,32(5):112—115.
GAN Xin-hua, LIU Feng. Structural Analysis of Influencing Factors of Automobile Manufacturing Enterprise Reverse Logistics Capability[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 112—115.

[13] 曹国荣,王瑜,黄仁晖,等. 包装废弃物与逆向物流的研究[J]. 包装工程,2006,27(6):58—60.
CAO Guo-rong, WANG Yu, HUANG Ren-hui, et al. Study of Packaging Wastes and Reverse Logistics[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(6):58—60.

[14] 廖仕利,刘杰,游四海,等. 逆向物流的分类及外包决策流程研究[J]. 包装工程,2005,26(3): 96—99.
LIAO Shi-li, LIU Jie, YOU Si-hai, et al. Research on Categorization and Outsourcing Decision Process of Reverse Logistics [J]. Packaging Engineering, 2005, 26(3):96—99.

[15] STEVENSON E L, TOUSSAINT C A, EDWARDS M A. A Review of Reverse Logistics and Depot Level Repairable Tracking in the United States Navy[D]. Monterey: Naval Postgraduate School, 2005.

[16] ESTRELLA D. Reverse Logistics at the Commander, Naval Surface Forces Real-time & Reutilization Asset Management (R-RAM) San Diego Warehouse[D]. Monterey: Naval Postgraduate School, 2008.

(上接第138页)

of Bar Code Print[S]. Beijing: China Railway Publishing House, 2008.

[6] 魏宋杨. 条码检测仪在条码质量检测中的应用[J]. 中国测试,2011,37(6):38—40.
WEI Song-yang. Application of Bar Code Verifier in Testing Bar Code Quality[J]. China Measurement and Test, 2011, 37 (6):38—40.

[7] 李莹. 镭射卡纸表面特性及印品阶调、色彩再现的研究[D]. 西安:西安理工大学,2004.
LI Ying. Surface Properties And Printed Matter and Color Rendering of Laser Paper[D]. Xi′an: Xi′an Jiaotong University, 2004.

[8] 李永梅. 镭射镀铝卡纸之特性分析[J]. 包装工程,2008,29(2):76—78.
LI Yong-Mei. Analysis on the characteristic of Laser Paper Backed Foil[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2):76—78.

[9] GUILLEMOT F, SOUQUET A, CATROS S. High-Throughput Laser Printing of Cells and Biomaterials for Tissue Engineering[J]. Acta Biomaterialia, 2010(6):2494—2500.

[10] 曹从军,郑元林. 镭射复合材料表面呈色性能的检测与分析[J]. 包装工程,2004,25(5):170—181.
CAO Cong-jun, ZHENG Yuan-lin. Research on Measurement of Chromatic Characteristics on Hologram Foil Materials [J]. Packaging Engineering, 2004, 25(5):170—181.

[11] HUANG Xin-guo, WAN Xiao-xia, LIU Zhen. Optimization of the Method for Color Measurement of Printing on Holographic Paper[J]. Color Research & Application.2013, 38(2): 130—138.

[12] 关东宁. 浅析镭射卡纸的印刷适性[J]. 印刷杂志, 2010(10):46—49.
GUAN Dong-ning. Research on the Printability of Laser Paper [J]. Printing Field, 2010(10):46—49.

[13] 王兆贤. 基于4W+1H五要素的生产过程谱系追踪[J]. 科技创新与应用,2013(7): 26—27.
WANG Zhao-xian. Tracing the Lineage Production Process Based on 4W+1H Five Essential Factors[J]. Technology Innovation and Application, 2013(7):26—27.

[14] 王艺湘. 商品包装的条形码设计与印刷[J]. 包装工程, 2011,32(5):99—102.
WANG Yi-xiang. Design and Printing of Bar Code for Commodity Packaging[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 99—102.

[15] MARKOTIC D, PUCEKOVIC N, BATES I. Examination of the Quality of Barcode Reproduction[J]. Annals & Proceedings of DAAAM International, 2012, 23(1):0653—0656.

[16] 赵世亮. 调整白版改善复合白点问题[J]. 印刷技术, 2012(12):35—36.
ZHAO Shi-liang. The Problems of Adjusting the White Version Improved Composite White Spot[J]. Printing Technolog, 2012(12):35—36.