

图像质量评测流程的设计与应用研究

王 佳, 司占军

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 为了建立一套客观的印刷品质量评价流程, 以保证印刷质量, 针对数字原稿, 扩展了传统评价方法, 考虑了承印物的影响因素, 对主观评价加以客观化, 并精炼了客观评价的项目指标, 最后进行了综合评价。根据国家标准及调研统计后得到的标准, 设定了各个评价方法中各参数的等级标准, 并设定了评价分值, 用定量的结果评价图像质量的好坏。将该流程应用到了几种不同类型的数字彩色图像, 综合评价分数表明, 该评测的标准图像为 A 等印刷品。

关键词: 综合评测流程; 主观评价; 客观评价; 纸张评价

中图分类号: TS801.3; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)17-0105-05

Study on Application and Design of Image Quality Evaluation Process

WANG Jia, SI Zhan-jun

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: An objective image quality evaluation process was established to ensure good printing quality. The traditional evaluation methods were expanded which considered substrate factors. The subjective evaluation was objectified, and the project indicators of objective evaluation were refined. The comprehensive evaluation was eventually conducted. The grading standards of parameters for each evaluation method were determined according to national standards and standards from research statistics, and score was set to evaluate the performance of image quality by quantitative results. The evaluation process was applied on some different types of digital color image, and comprehensive scores show that the standard image is the print of grade A.

Key words: comprehensive evaluation process; subjective evaluation; objective evaluation; paper evaluation

印刷质量是一个印刷企业在市场上生存的根本保证, 在传统印刷和数字印刷并存的今天, 在现代便捷的数字化生产流程下, 如何进行质量管理又成为一个必须解决的问题。传统的靠视觉观察和经验来判断印刷质量的方法已经不足以解决当前的问题, 为此, 必须建立一套客观的印刷品质量评价流程。

本文主要针对彩色数字原稿, 扩展传统的评价方法, 将承印物对图像质量的影响因素涵盖在内, 对主观评价加以客观化, 并精炼客观评价的项目指标, 最后进行综合评价。根据国家标准及调研统计后得到的标准来设定各个评价方法中各参数的等级标准, 并设定评价分值, 用定量的结果评价图像质量的好坏, 并将该流程应用于国内外几种典型的图像进行测试应用。

1 实验

1.1 原稿设计

选择几种不同类型的数字彩色图像^[1](高调稿、暗调稿、记忆色、中性灰、女性肖像、不同肤色人物), 并设计红、绿、蓝、黄、品、青、黑七色实地色块及不同网点百分比的色块和灰梯尺等, 然后经处理后出片打样, 见图 1。

1.2 材料与设备

纸张: 157 g/m² 双面高光铜版纸。

设备: 北人单色胶印机; X-Rite 508 反射密度计。

1.3 方法

1.3.1 图像质量的主观评价

实验采用基于心理物理学的绝对评价方法, 即由

收稿日期: 2011-05-31

作者简介: 王佳(1987—), 女, 内蒙古包头人, 天津科技大学硕士生, 主攻印刷领域数字出版。



图1 评测应用的标准图像

Fig. 1 Standard image used in evaluation

观察者根据事先规定的评价尺度或自己的经验对图像做出判断和评价,并给出质量分数。选取视力正常的10名专业人员和10名非专业人员作为观察者,共同进行观察比较,观察者先在显示器上观察数字原稿,再将印刷图像放在日光灯的光源下进行观察,将原稿与印刷品进行比较,10名专业人员分别从图像的高调、暗调、中间调、层次、反差、清晰度、中性灰、记忆色、肤色和光泽度10个参数进行观察;10名非专业人员从整体效果观察并给予评价^[2]。国际上通用的五级质量尺度和妨碍尺度^[3]见表1,非专业人员用质量尺度,专业人员用妨碍尺度。

表1 图像质量主观评价标准

Tab. 1 Subjective evaluation of image quality

质量 分数	妨碍尺度	质量 尺度
5	丝毫看不出图像质量变坏	很好
4	可看出图像质量变化但不妨碍观看	好
3	明显地看出图像质量变坏	一般
2	图像质量对观看有妨碍	差
1	图像质量对观看有严重妨碍	很差

1.3.2 图像质量的客观评价

1) 阶调再现评价。对印刷图像阶调再现的评价,就印刷品质量检验的角度而言,就是测量各色油墨层的印刷实地密度,测量计算印刷相对反差 K 值。实验使用X-Rite 508反射密度计测量实地密度和相对反差。

2) 网点再现评价。对网点再现的评价,可以通过测量网点扩大和叠印率来体现。实验使用X-Rite 508反射密度计,测量50%网点面积率色块的网点增大值和红、绿、蓝色块的叠印率。

3) 色彩再现评价。油墨混染3种颜色的程度可以体现色彩的再现,因此通过测量灰度来评价色彩再现。分别使用密度计的黄、品红、青的滤镜测量各色油墨实地色块密度,通过公式:灰度 $=\frac{D_L}{D_H} \times 100\%$,计算黄、品红、青三色油墨的灰度值,其中 D_L 为三色油墨的最小密度值, D_H 为三色油墨的最大密度值。

1.3.3 纸张的评价

测量157 g/m²双面高光铜版纸的白度、平滑度和不透明度,测试时选择不同位置的5个点进行检测,取平均值获得印刷图像所用纸张的评测结果。

2 图像质量的评测流程

根据以上实验选定的评价项目及评价指标,设计图像质量评测流程,并设定评价标准,将设计好的图像质量评测流程应用于实验中设计的标准原稿。

2.1 图像质量评测流程的设计

针对数字图像原稿,通过实验得出了一套图像质量的评测流程,见图2。

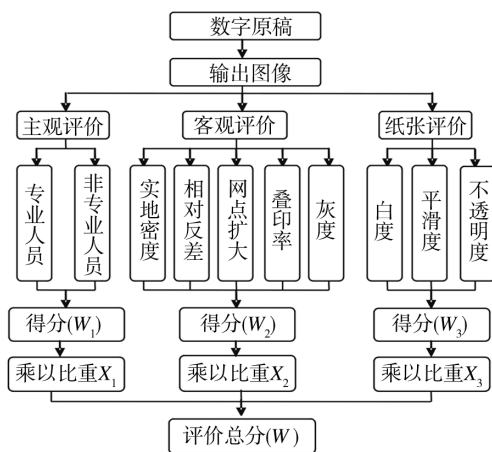


图2 图像质量的评测流程

Fig. 2 Image quality evaluation flow chart

主观评价分数、客观评价分数和纸张评价分数分别设为 W_1, W_2, W_3 , 评定分数按下式计算: $W_1 = \sum_{i=1}^n C_{1i} K_{1i}; W_2 = \sum_{i=1}^n C_{2i} K_{2i}; W_3 = \sum_{i=1}^n C_{3i} K_{3i}$, 其中: C_i 为属于第 i 项评价指标的评价平均分; K_i 为属于第 i 项评价指标的评价权重。评价总分按下式计算: $W = W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3$, 其中: W 为图像评价的总分; X_1, X_2, X_3 分别为主观评价、客观评价、纸张评价各

项所占的比重。

和印刷行业内的标准,通过对实验数据的分析,拟定了一套针对复制数字原稿的印刷图像质量评价标准,具有一定的科学依据,各个评价项目权重的调研统计见表 2—4。

2.2 图像质量评测标准的设定

通过对 10 名专业人员的调研统计,得出各个评价项目中各评价指标的评价权重。并根据国家标准

表 2 主观评价各指标权重的调研统计

Tab.2 The research statistics of every target' weight in subjective evaluation

参数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
高调	0.8	0.6	0.2	0.8	0.7	1.0	0.5	0.6	0.7	0.4	0.6
暗调	0.8	0.5	0.2	0.8	0.8	1.0	0.5	0.6	0.5	0.3	0.6
中间调	0.8	1.2	0.6	1.0	1.2	1.0	0.8	1.5	1.2	0.6	1.0
层次	1.2	1.1	2.0	1.2	1.2	0.8	1.0	0.9	0.8	1.2	1.1
反差	1.2	1.1	1.0	1.2	1.1	0.8	1.0	0.9	0.8	1.2	1.0
清晰度	0.8	1.5	1.0	1.0	1.4	0.8	1.2	1.2	1.5	1.0	1.1
中性灰	1.2	0.5	0.8	0.5	0.5	0.8	1.5	0.7	0.6	1.2	0.8
记忆色	1.3	0.7	0.2	0.8	0.8	1.0	1.3	0.7	0.8	1.2	0.9
肤色	1.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.3	0.7	0.8	1.5	0.8
光泽度	0.3	0.8	0.5	0.7	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.5
整体效果	0.8	1.5	3.0	1.5	1.6	1.5	1.0	1.8	2.0	1.3	1.6

表 3 客观评价各指标权重的调研统计

Tab.3 The research statistics of every target' weight in objective evaluation

参数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
实地密度	2.6	1.9	2.0	3.0	2.5	1.4	2.2	2.0	1.8	2.5	2.2
相对反差	2.4	2.0	3.5	2.5	2.0	2.5	2.5	1.8	2.2	2.2	2.4
网点扩大	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	1.5	1.9	2.5	3.0	2.0	2.1
叠印率	1.8	2.5	1.0	1.5	2.5	2.0	1.9	2.2	2.2	1.8	1.9
灰度	1.2	1.8	1.5	1.0	1.0	2.6	1.5	1.5	0.8	1.5	1.4

表 4 纸张质量评价各指标权重的调研统计

Tab.4 The research statistics of every target' weight in paper evaluation

参数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
白度	3.0	3.5	3.8	4.0	3.3	3.6	3.0	3.3	2.5	3.0	3.3
平滑度	3.6	4.3	2.0	4.0	2.5	3.2	4.6	4.3	5.0	4.5	3.8
不透明度	2.6	2.4	2.4	2.5	2.4	4.0	3.0	2.6	3.5	3.6	2.9

2.2.1 主观评价的标准

实验的评价标准是国际上通用的五级质量尺度和妨碍尺度(见表 1),为了便于实验结果的统计,评价级次不变,将每一级评价分数扩大一倍,作为此次实验评价分数,即分数依次为 2,4,6,8,10,其评价标准与国际标准保持一致,评价权重见表 5。

2.2.2 客观评价的标准

评价指标共包括 5 项,新的标准范围值见表 6。

表 5 主观评价参数权重统计

Tab.5 Weight statistics of subjective evaluation

评价	项目	评价参数	权重	评价	项目	评价参数	权重
1	高调	0.6		7	中性灰	0.8	
2	暗调	0.6		8	记忆色	0.9	
3	中间调	1.0		9	肤色	0.8	
4	层次	1.1		10	光泽度	0.5	
5	反差	1.0		11	整体效果	1.6	
6	清晰度	1.1					

表 6 客观评价标准
Tab.6 Standard of objective evaluation

分值	等级	实地密度		50%网点扩大/%	相对反差（K 值）/%		叠印率/%	灰度	
10	好	C	1.30~1.60	8~20	C	35~45	90~100	C	10~15
		M	1.25~1.55		M	25~35		M	15~20
		Y	0.85~1.15		Y	35~50		Y	2~5
		K	1.40~1.80						
6	中	C	1.25~1.55	10~25	C	30~40	75~90	C	15~20
		M	1.15~1.45		M	20~30		M	20~25
		Y	0.80~1.10		Y	30~45		Y	5~10
		K	1.20~1.60						
2	差	C	1.20~1.50	25~30	C	25~35	65~75	C	20~25
		M	1.05~1.35		M	15~25		M	25~30
		Y	0.75~1.05		Y	25~40		Y	10~15
		K	1.00~1.40						
权重		2.2	2.4	2.1	1.9	1.4			

2.2.3 纸张评价的标准

本次实验中所引用的纸张特性标准针对一般铜版纸的特性要求,根据 GB/T 456—1989 纸张平滑度的测定法^[10]、GB/T 7974—1987 纸及纸板白度的测定法^[11]、GB/T 1543—1989 纸不透明度测定法^[12]等标准,进行归纳统计得出此次实验标准,并通过调研统计得出各项评价指标的权重值,评价标准见表 7。

表 7 纸张质量评价标准

Tab.7 Evaluation standards of paper quality

分值	等级	白度	平滑度	不透明度
10	好	85%以上	500 s 以上	95%~100%
6	中	75%~85%	300 s~500 s	90%~95%
2	差	75%以下	300 s 以下	90%以下
权重		3.3	3.8	2.9

2.2.4 综合评价标准

综合得分的评价标准是将 100 分成 A,B,C 3 个等级,根据国际上百分评价的等级标准,统计得出本次实验的评价分数,见表 8。

表 8 综合评价标准

Tab.8 Synthetical evaluation standards

等级	A	B	C
得分	70 以上	40~70	40 以下

3 结果与讨论

3.1 图像质量的主观评价

10 名专业人员对图像质量各项评价指标的主观

评价结果取平均值,平均结果见图 3;10 名非专业人

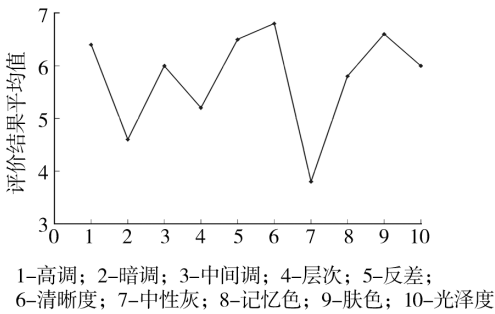


图 3 专业人员主观评价平均结果

Fig.3 The average results of professionals' subjective evaluation

员对图像质量整体效果的主观评价结果见图 4。根

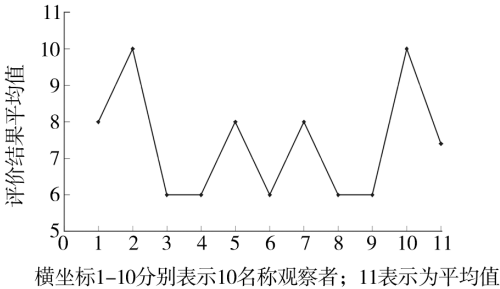


图 4 非专业人员主观评价结果

Fig.4 The average results of non-professionals' subjective evaluation

据评价结果及主观评价标准计算出主观评价得分 W_1 为 60.68 分。

3.2 图像质量的客观评价

3.2.1 阶调再现评价

实地密度是印刷过程中质量控制最根本的参数^[4]。而印刷反差能代表印刷品质及暗调细节,控制印刷反差值,能帮助保持正确的油墨和水平衡^[5]。四色实地色块密度及相对反差的 5 次测量值的平均结果见表 9。

表 9 客观评价各指标平均结果

Tab.9 Every target's average result of objective evaluation

	实地 密度	相对反差 /%	网点扩大值 /%	灰度 /%
C	1.288	45	8	15
M	1.442	51	27	17
Y	0.942	34	7	12
K	1.744	53	8	

根据测量结果及客观评价标准,计算出实地密度这一评价项目得分为 17.6 分,相对反差得分为 24 分。

3.2.2 网点再现评价

对于质量要求高的产品,要把网点扩大值控制在较小的范围内,才能符合印刷质量要求^[6]。根据测量结果(表 9)及客观评价标准,计算出网点扩大值这一评价项目得分为 16.8 分。

叠印率的测试和计算已成为客观评判印刷质量优劣的一个重要方法^[7]。实验印刷图像的叠印色序为青→品→黄→黑,5 次测量结果及平均值见图 5,其

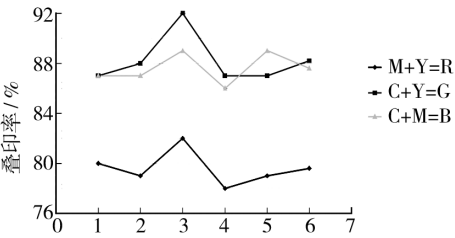


图 5 叠印率测量值
Fig.5 Trapping rate from measurements

中横坐标 1—5 表示 5 次测量结果,6 为平均结果。根据测量结果及客观评价标准,计算出叠印率这一评价项目得分为 11.4 分。

3.2.3 色彩再现评价

灰度是指颜色中包含灰色成分的量度,也就是油墨混染 3 种颜色的程度,因此可以用灰度测定来表示纸张、油墨、印样以及印刷是否与整个耐印力相一致,

反映印刷图像的质量^[8]。根据测量结果(表 9)及客观评价标准,计算出灰度这一评价项目得分为 8.4 分。

综合以上结果,实验标准原稿的客观评价得分 W_2 为 78.2 分。

3.3 纸张的评价

纸张性能较多,实验只对 157 g/m² 双面高光铜版纸的白度、平滑度和不透明度^[9]进行测量,评测结果见表 10。

表 10 纸张特性评测结果

Tab.10 Evaluation results of paper properties

测量参数	平均值
白度 ISO/%	93.4
平滑度/s	515
不透明度/%	93.7

根据评测结果及纸张评价标准,计算出纸张评价得分 W_3 为 88.4 分。

3.4 综合评价

各个评测项目所占比重 X_1, X_2, X_3 ,通过对专业人员的统计调研得出其平均结果见表 11。

表 11 各项评价比重分布

Tab.11 Weight of every evaluation target

项目	主观评价	客观评价	纸张评价
所占比重/%	40	48	12

根据公式 $W = W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3$,将 3 项评价项目的分数分别乘以各自的比重,最后相加得到测试图像综合评价分数为 72.416 分。根据综合评价标准,本实验印刷图像的质量属 A 等印刷品。

实验基于心理物理学的主观评价,非专业人员对测试图像的整体效果评价平均分数为 7.4 分,与通过评测流程测得的测试图像综合评价结果基本一致,因此本设计的图像质量评测流程的准确性较好,可以应用于实践中指导生产。

4 结语

研究结果可以为印刷企业在印刷过程中的质量控制提供相应的评测依据,并有效地避免客户与印刷企业之间业务交往与沟通中的意见分歧,更重要的是图像质量评测流程的设计与应用,可以为稳定和提高印刷质量创造良好的条件,从而进一步指导生产,提高工作效率。

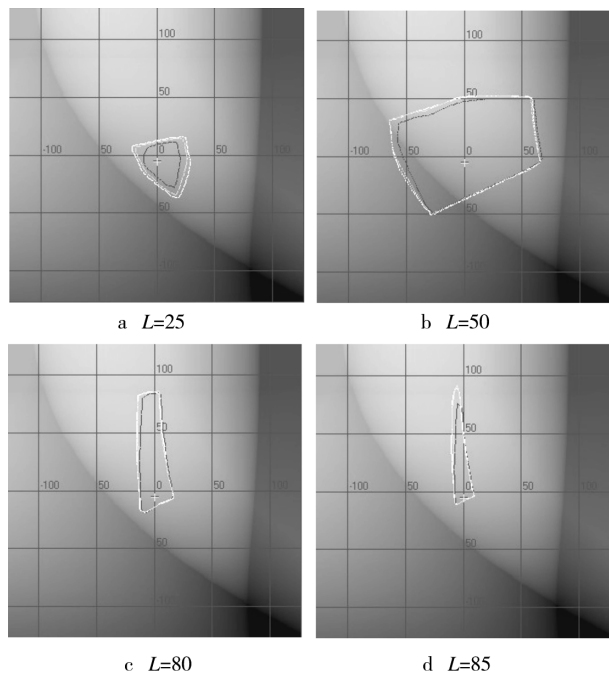


图6 不同亮度下3种油墨的色域

Fig. 6 Gamut figure of three kinds of ink under different luminance

由图6可知,在暗调区域,B油墨的色域图最大,A油墨的色域相对较小,但是3种油墨的变化趋势都一致;在中间调区域,B油墨和C油墨的色域基本一致,而A油墨色域图出现偏移,在蓝绿色处色域相对较小而在红黄色处色域相对较大;在亮调区域,A油墨的黄绿色处色域比B油墨和C油墨小并且出现断点情况,B油墨的色域最为平滑^[7]。

3 结论

1) A油墨与B油墨的网点扩大曲线较为平滑,

中间调网点扩大都在18%左右,而C油墨黄色网点扩大非常严重,不利于图像的正确复制^[8]。

2) A油墨黄色相对反差最大,而B油墨在黑色、青色和品红色上相对反差最大,表明A油墨在表现黄色暗调部位的层次较丰富,而B油墨在表现其他三色的暗调层次时最好。

3) 整个图像阶调上A油墨的色域图最小,整体印刷性能不如B油墨和C油墨,而B油墨的色域最广也最为平滑,在表现阶调再现时更自然,更能符合人眼视觉对图像再现的要求,相同印刷条件和过程控制下,B油墨的整体印刷性能最优秀。

参考文献:

- [1] 李鑫,莫春锦.基于ISO 12647-2的标准化认证[J].印刷杂志,2000(8):38-40.
- [2] 景翠宁.CTP制版线性化校正原理[J].印刷杂志,2007(4):47-48.
- [3] International standard ISO 12647-2.
- [4] 冷彩凤.CTP印刷特性曲线研究[J].包装工程,2009,30(6):63-64.
- [5] 蒋文燕,王志宏.一种胶印油墨最佳印刷参数的确定方法研究[J].中国印刷与包装研究,2010(s1):250-253.
- [6] 谢普南,王强.印刷媒体技术手册[K].广东:世界图书出版公司,2004.
- [7] 陈浩杰,李飞.G7工艺与传统工艺的色域研究[J].包装工程,2011,32(5):23-25.
- [8] 钟泽辉,刘倩.基于CTP调幅加网工艺下不同纸张对网点扩大的影响研究[J].包装工程,2010,31(1):79-81.

(上接第109页)

参考文献:

- [1] 宋慧慧,赵秀萍,司占军.基于主观评价法对高光泽喷墨打印纸图像质量的研究[J].包装工程,2008,29(5):39-42.
- [2] 梁巧萍,智川,杨保宏.印刷品质量的主观评价[J].包装工程,2009,30(9):105-106.
- [3] 郭春彦.教育科学研究方法[M].北京:人民教育出版社,2006.
- [4] 刘武辉.包装印刷中的密度研究[J].包装工程,2008,29(6):48-51.
- [5] 李莹.反差在印刷品质量控制中应用的研究[J].包装工程,2010,31(8):39-42.
- [6] 罗红莲,褚庭亮,李家祥,等.数码印刷产品质量分析与控制[J].包装工程,2006,27(2):81-83.
- [7] 孙帮勇,李延雷.品质量控制中的密度和色度测量技术[J].包装工程,2008,29(4):48-50.
- [8] 陈路,李小东.密度检测在包装印刷中的应用[J].包装工程,2007,28(1):67-69.
- [9] 朱绪耀,钱军浩.纸张印刷特性分析[J].包装工程,2008,29(2):61-63.
- [10] GB/T 456-1989.纸张平滑度的测定法(别克法)[S].
- [11] GB/T 7974-1987.纸及纸板白度的测定法(漫射/垂直法)[S].
- [12] GB/T 1543-1989.纸不透明度测定法(纸背衬)[S].