

基于模糊灰关联的纸张印刷适性评价模型

王凯, 张彦

(浙江工贸职业技术学院, 温州 325003)

摘要:目的 以市场上存在的各种品牌的纸张作为分析对象, 获得最佳样品, 选择最优纸张。方法 评价方法的实施过程包括两部分, 参照 ISO 12647 印刷标准, 选取实地密度、印刷光泽度、网点扩大率为 50%、相对反差率为 75%、实地叠印率等 5 个参数进行测试, 利用模糊评价的方式对参数进行无量纲化处理。结果 通过灰关联计算关联度, 在此基础以上结合主观评价, 确定 5 个参数权重分别为 2.3, 0.5, 1.7, 0.8, 2, 根据计算综合数据得分的结果进行排序, 获取最优样本。结论 该方法提高了印刷质量, 降低了生产成本。

关键词: 实地密度; 模糊评价; 印品质量; 灰关联

中图分类号: TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)19-0195-06

Analysis of Paper Evaluation Model Based on Fuzzy Grey Relation

WANG Kai, ZHANG Yan

(Zhejiang Industry & Trade Vocational College, Wenzhou 325003, China)

ABSTRACT: The work aims to obtain the best sample and select the best paper with all kinds of paper in market as analysis objectives. The evaluation methods consisted of two parts. Firstly, according to the ISO 12647 standard for printing, five parameters including solid density, printing gloss, 50% dot gain, 75% relative contrast value and printing overprint rate were tested. The parameters were subsequently nondimensionalized by fuzzy evaluation method. The weight of the five parameters were 2.3, 0.5, 1.7, 0.8 and 2 respectively with the theory of grey relation degree combined with subjective evaluation. The optimal sample was obtained according to results of the calculated data. In conclusion, this method can improve quality and reduce production costs.

KEY WORDS: solid density; fuzzy evaluation; print quality; grey relation

为了提高企业竞争力和保证足够的企业利润, 高质量的印刷品和经济的印刷成本就成为了目前所有印刷企业的迫切要求。不考虑人工成本的前提下, 印刷品的大部分成本体现在印刷材料方面, 所以选择最优的印刷纸张就非常重要。文中对市场上存在的各种纸张品牌分别从阶调层次、色彩再现、网点再现和印品光泽度等方面进行分析^[1], 利用模糊灰关联方法建立纸张的印刷适性^[2-4], 更好地为印刷企业在不同印刷条件下选择纸张提供借鉴。

对于印刷纸张的选择, 除了考虑成本使用费用

之外, 最重要的评判标准就是能否保证印刷品的质量, 也就是说, 不需要考虑纸张的具体性能参数, 只需要根据印刷品质量就可以选择合适的纸张, 印刷品的质量主要从阶调层次、色彩再现、网点再现和印品光泽度等方面进行分析, 选用 ISO 12647 作为评判的胶印标准。在 ISO 标准中, 只给了相关参数的标准数值, 没有明确限定不合格产品的标准, 因此, 采用模糊数学的隶属度的方式, 对印刷品的数据进行量化^[5-6], 通过灰色关联度对测试样品与 ISO 标准进行比对, 关联度高的印刷品的质量更趋向于 ISO 的标准^[7], 即印刷品质量相对较高的印

收稿日期: 2016-03-03

基金项目: 王凯 (1983—), 男, 山东济宁人, 硕士, 浙江工贸职业技术学院讲师, 主要研究方向为印品色彩预测和质量检测。

张,以此来判断哪种纸张在特定印刷条件下印刷适应性更加优秀。

1 模糊灰关联模型的建立

1.1 实验

1) 设备材料。海德堡 CD102-5 胶印机;分光光度计;谷口印刷油墨(专色);各种不同品牌的 250 g/m² 白卡纸张。

2) 印刷条件。印刷方式为平版胶印;加网方式为调幅加网;酒精的体积分数为 13.8%;印刷速度为 10 000 张/h;色序为 K, M, C, Y ;印刷压力, BC 与 PC 为 0.10 mm, BC 与 IC 为 0.08 mm;温度为 24 ℃;湿度为 74%;印刷标准密度值 $D_K > 1.65$, $33 < D_M < 1.38$, $1.35 < D_C < 1.40$, $1.00 < D_Y < 1.10$ 。

3) 印刷测试版和印样见图 1。

4) 实验数据的生成与采集。对测试样品进行

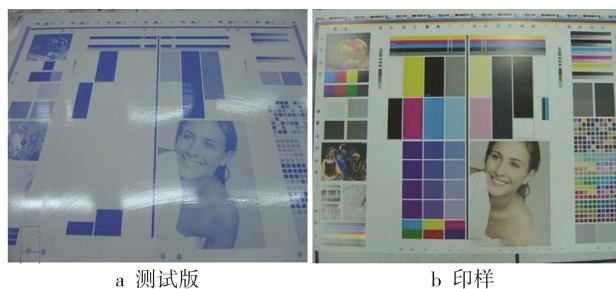


图 1 印刷测试版和印样

Fig.1 Testing printing form and the samples

分光光度计数据采集,见表 1。在采集过程中,根据印品的特性,确定的评价参数分别为实地密度(黑、青、品、黄)、印刷光泽度(黑、青、品、黄)、网点扩大率为 50%(黑、青、品、黄)、相对反差率 75%(黑、青、品、黄)以及实地叠印率($F_{M/Y}$, $F_{C/M}$, $F_{C/Y}$),同时为了减小测量误差,样品数据的采集采用多次测量取平均值的方式,并进行了检测。

表 1 测量数据

Tab.1 The result of test data

样品	实地密度				印刷光泽度			
	D_K	D_C	D_M	D_Y	G_K	G_C	G_M	G_Y
1	1.60	1.29	1.24	0.91	70	64	69	66
2	1.72	1.33	1.27	0.94	85	76	83	80
3	1.71	1.33	1.29	0.94	86	76	83	80
4	1.68	1.31	1.28	0.90	85	77	83	80
5	1.64	1.30	1.27	0.91	78	72	79	75
6	1.69	1.26	1.27	0.91	81	74	82	76
7	1.67	1.28	1.27	0.91	85	77	84	79
8	1.60	1.24	1.27	0.89	71	68	75	70
9	1.68	1.30	1.29	0.91	70	61	68	67
10	1.63	1.26	1.28	0.91	83	73	79	75
11	1.67	1.30	1.30	0.88	83	76	83	77

样品	网点扩大率为 50%				叠印率			相对反差率 75%			
	A_K	A_C	A_M	A_Y	$F_{M/Y}$	$F_{C/M}$	$F_{C/Y}$	K_K	K_C	K_M	K_Y
1	15	14	14	12	70	69	76	46	47	40	35
2	16	13	13	12	73	65	77	51	49	42	37
3	17	14	17	11	71	65	72	45	49	35	38
4	15	13	15	11	73	70	75	50	49	41	37
5	14	12	13	11	74	68	84	48	47	42	36
6	14	12	12	11	76	70	78	51	48	43	36
7	15	13	14	11	74	69	76	49	46	40	35
8	13	10	11	10	76	68	80	49	48	45	37
9	16	13	15	11	75	73	80	49	48	40	35
10	14	12	13	10	74	72	76	49	47	41	35
11	16	14	16	12	75	70	78	49	44	39	34

2 模糊灰关联纸张评价模型的建立

2.1 评价准则机制构建

根据印刷品质量评价的相关内容,选用评价的

质量参数为实地密度、印刷光泽、网点扩大、叠印率、相对反差。对参数进行模糊评价,实现无量纲化处理,然后对数据进行灰关联处理,最终确定权重以及排名^[8-9],最后利用 Topsis 算法进行验证^[10-11],流程见图 2。

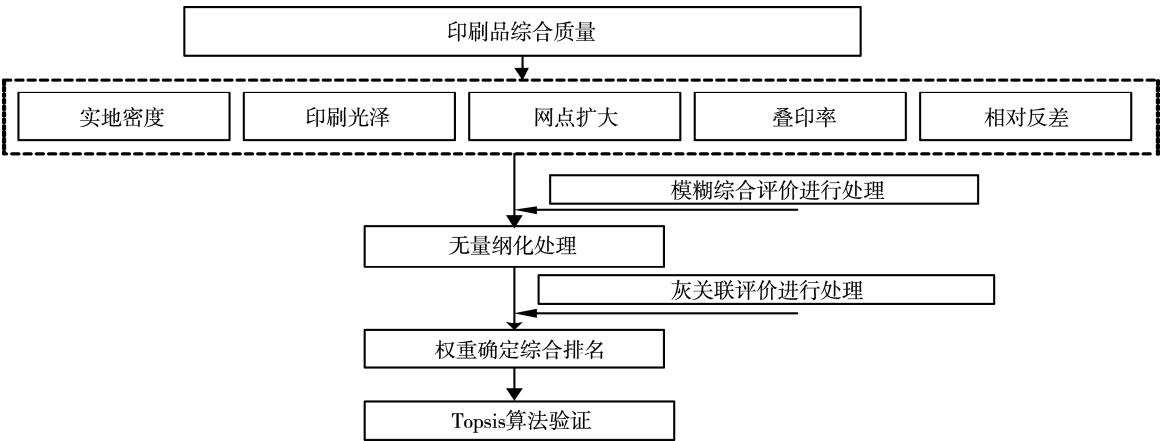


图 2 模型构建流程
Fig.2 The flow chart of model

2.2 设定数据序列

设 $X_0 = \{x_0(t), t=1, 2, \dots, m\}$ 为原始参考序列。
式中： m 为参数的个数，根据国际印刷标准 ISO 12647—2 和 ISO 12647—3 对纸张进行了分类，不同的纸张由于表面性质不同^[12—13]，印刷的各种参数会有所差异，根据国内实际状况，原始参考序列

见式(1)。
 $X_0 = \{1.85, 1.55, 1.55, 1.1, 85, 85, 85, 85, 13, 13, 13, 13, 93, 93, 93, 47, 42, 42, 33\}$ (1)
 $X_i = \{x_i(t), t=1, 2, \dots, m\}$ 为原始比较序列， $i=1, 2, \dots, n$ ，式中： n 为样品的个数。根据实验数据可得式(2)。

$$x_i = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.6 & 1.29 & 1.24 & 0.91 & 70 & 64 & 69 & 66 & 15 & 14 & 14 & 12 & 70 & 69 & 76 & 46 & 47 & 40 & 35 \\ 1.72 & 1.33 & 1.27 & 0.94 & 85 & 76 & 83 & 80 & 16 & 13 & 13 & 12 & 73 & 65 & 77 & 51 & 49 & 42 & 37 \\ 1.71 & 1.33 & 1.29 & 0.94 & 86 & 76 & 83 & 80 & 17 & 14 & 17 & 11 & 71 & 65 & 72 & 45 & 49 & 35 & 38 \\ 1.68 & 1.31 & 1.28 & 0.90 & 85 & 77 & 83 & 80 & 15 & 13 & 15 & 11 & 73 & 70 & 75 & 50 & 49 & 41 & 37 \\ 1.64 & 1.30 & 1.27 & 0.91 & 78 & 72 & 79 & 75 & 14 & 12 & 13 & 11 & 74 & 68 & 84 & 48 & 47 & 42 & 36 \\ 1.69 & 1.26 & 1.27 & 0.91 & 81 & 74 & 82 & 76 & 14 & 12 & 12 & 11 & 76 & 70 & 78 & 51 & 48 & 43 & 36 \\ 1.67 & 1.28 & 1.27 & 0.91 & 85 & 77 & 84 & 79 & 15 & 13 & 14 & 11 & 74 & 69 & 76 & 49 & 46 & 40 & 35 \\ 1.60 & 1.24 & 1.27 & 0.89 & 71 & 68 & 75 & 70 & 13 & 10 & 11 & 10 & 76 & 68 & 80 & 49 & 48 & 45 & 37 \\ 1.68 & 1.30 & 1.29 & 0.91 & 70 & 61 & 68 & 67 & 16 & 13 & 15 & 11 & 75 & 73 & 80 & 49 & 48 & 40 & 35 \\ 1.63 & 1.26 & 1.28 & 0.91 & 83 & 73 & 79 & 75 & 14 & 12 & 13 & 10 & 74 & 72 & 76 & 49 & 47 & 41 & 35 \\ 1.67 & 1.30 & 1.30 & 0.88 & 83 & 76 & 83 & 77 & 16 & 14 & 16 & 12 & 75 & 70 & 78 & 49 & 44 & 39 & 34 \end{bmatrix}$$

(2)

2.3 无量纲化处理

印刷品质的参数物理意义不同，量纲也完全不同，所以必须进行无量化处理。考虑到印刷品的数据参数低于或高于某特定值即为不合格，每个数据参数都存在最大值和最小值。我们利用隶属度函数进行原始数据无量纲化处理。在选择参数的过程中，网点扩大的值越小对印刷品越有利，其他参数越大对印刷品控制越好，因此，在隶属度函数选择时，分别选用偏大型和偏小型函数进行处理。隶属度函数计算公式见式(3)。

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \text{ (偏大型)} \\ 1, & x > b \end{cases}$$
$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x < a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \text{ (偏小型)} \\ 0, & x > b \end{cases}$$

(3)

式中： $\mu(x)$ 为隶属度数值； x 为每个特征数值； b 为最大有效特征数值（最好水平），见式(4)； a 为有效特征数值（最低合格水平），见式(5)。 a, b

的数据设定的依据参照 ISO 12647 标准以及该实验的最差（最好）数据标准。

$$b = \{ 1.85, 1.49, 1.44, 1.05, 85, 85, 85, 85, 28, 27, 27, 27, 93, 93, 93, 47, 42, 42, 33 \} \quad (4)$$

$$X_i = \begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ \vdots \\ x'_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.29 & 0.29 & 0.29 & 0.42 & 0 & 0 & 0.2 & 0.05 & 0.87 & 0.93 & 0.93 & 1 & 0.04 & 0 & 0.29 & 0.88 & 1 & 0.75 & 1 \\ 0.63 & 0.43 & 0.39 & 0.54 & 1 & 0.55 & 0.9 & 0.75 & 0.8 & 1 & 1 & 1 & 0.17 & 0 & 0.33 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.6 & 0.43 & 0.46 & 0.54 & 1 & 0.55 & 0.9 & 0.75 & 0.73 & 0.93 & 0.71 & 1 & 0.08 & 0 & 0.13 & 0.75 & 1 & 0.13 & 1 \\ 0.51 & 0.36 & 0.43 & 0.38 & 1 & 0.6 & 0.9 & 0.75 & 0.87 & 1 & 0.86 & 1 & 0.17 & 0.04 & 0.25 & 1 & 1 & 0.88 & 1 \\ 0.4 & 0.32 & 0.39 & 0.42 & 0.53 & 0.35 & 0.7 & 0.5 & 0.93 & 1 & 1 & 1 & 0.21 & 0 & 0.63 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.54 & 0.18 & 0.39 & 0.42 & 0.73 & 0.45 & 0.85 & 0.55 & 0.93 & 1 & 1 & 1 & 0.29 & 0.04 & 0.38 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.49 & 0.25 & 0.39 & 0.42 & 1 & 0.6 & 0.95 & 0.7 & 0.87 & 1 & 0.93 & 1 & 0.21 & 0 & 0.29 & 1 & 1 & 0.75 & 1 \\ 0.29 & 0.11 & 0.39 & 0.33 & 0.07 & 0.15 & 0.5 & 0.25 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.29 & 0 & 0.46 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.51 & 0.32 & 0.46 & 0.42 & 0 & 0 & 0.15 & 0.1 & 0.8 & 1 & 0.86 & 1 & 0.25 & 0.17 & 0.46 & 1 & 1 & 0.75 & 1 \\ 0.37 & 0.18 & 0.43 & 0.42 & 0.87 & 0.4 & 0.7 & 0.5 & 0.93 & 1 & 1 & 1 & 0.21 & 0.13 & 0.29 & 1 & 1 & 0.88 & 1 \\ 0.49 & 0.32 & 0.5 & 0.29 & 0.87 & 0.55 & 0.9 & 0.6 & 0.8 & 0.93 & 0.79 & 1 & 0.25 & 0.04 & 0.38 & 1 & 1 & 0.63 & 1 \end{bmatrix}$$

(6)

2.4 计算灰度关联系数

X_i 与 X_0 在 t 时刻的关联系数为：

$$\zeta_{0i}(t) = \min_i \min_t |x_0(t) - x_i(t)| + \delta \max_i \max_t |x_0(t) - x_i(t)| \times \left(|x_0(t) - x_i(t)| + \delta \max_i \max_t |x_0(t) - x_i(t)| \right)^{-1}$$

式中： δ 为分辨系数，是为了提高关联系数之间的差异显著性，一般情况下可取 0.1 ~ 0.5。确定

分辨系数 δ 的方法^[14-15]见式(7)。

$$\Delta k = \frac{1}{5m} \sum_{i=1}^5 \sum_{t=1}^m |x_0^{(0)}(t) - x_i^{(0)}(t)| \quad (7)$$

同时记 $\eta = \Delta k / \Delta_{\max}$ ，则 δ 的范围为 $\eta \leq \delta \leq 2$ ，应满足 $\Delta_{\max} > 3\Delta k$ 时， $\eta \leq \delta \leq 1.5\eta$ ； $\Delta_{\max} \leq 3\Delta k$ 时， $1.5\eta \leq \delta \leq 2\eta$ 。

被评价对象序列与最优参考序列间的绝对差序列见式(8)。

$$A_i = \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.71 & 0.71 & 0.71 & 0.58 & 1 & 1 & 0.8 & 0.95 & 0.13 & 0.07 & 0.07 & 0 & 0.96 & 1 & 0.71 & 0.13 & 0 & 0.25 & 0 \\ 0.37 & 0.57 & 0.61 & 0.46 & 0 & 0.45 & 0.1 & 0.25 & 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0.83 & 1 & 0.67 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.57 & 0.61 & 0.46 & 0 & 0.45 & 0.1 & 0.25 & 0.27 & 0.07 & 0.29 & 0 & 0.92 & 1 & 0.88 & 0.25 & 0 & 0.88 & 0 \\ 0.49 & 0.64 & 0.57 & 0.63 & 0 & 0.4 & 0.1 & 0.25 & 0.13 & 0 & 0.14 & 0 & 0.83 & 0.96 & 0.75 & 0 & 0 & 0.43 & 0 \\ 0.6 & 0.68 & 0.61 & 0.58 & 0.47 & 0.65 & 0.3 & 0.5 & 0.07 & 0 & 0 & 0 & 0.79 & 1 & 0.38 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.46 & 0.82 & 0.61 & 0.58 & 0.27 & 0.55 & 0.15 & 0.45 & 0.07 & 0 & 0 & 0 & 0.71 & 0.96 & 0.63 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.51 & 0.75 & 0.61 & 0.58 & 0 & 0.4 & 0.05 & 0.3 & 0.13 & 0 & 0.07 & 0 & 0.79 & 1 & 0.71 & 0 & 0 & 0.25 & 0 \\ 0.71 & 0.89 & 0.61 & 0.67 & 0.93 & 0.85 & 0.5 & 0.75 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.71 & 1 & 0.54 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.49 & 0.68 & 0.54 & 0.58 & 1 & 1 & 0.85 & 0.9 & 0.2 & 0 & 0.14 & 0 & 0.75 & 0.83 & 0.54 & 0 & 0 & 0.25 & 0 \\ 0.63 & 0.82 & 0.57 & 0.58 & 0.13 & 0.6 & 0.3 & 0.5 & 0.07 & 0 & 0 & 0 & 0.79 & 0.88 & 0.71 & 0 & 0 & 0.13 & 0 \\ 0.51 & 0.68 & 0.5 & 0.71 & 0.13 & 0.45 & 0.1 & 0.4 & 0.2 & 0.07 & 0.21 & 0 & 0.75 & 0.96 & 0.63 & 0 & 0 & 0.38 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\Delta_{\min} = 0, \Delta_{\max} = 1$$

(8)

2.5 求关联度

$$\zeta_i(t) = \frac{\Delta_{\min} + \delta \Delta_{\max}}{\Delta_i(t) + \delta \Delta_{\max}}, \text{ 取 } \delta = 0.5, \text{ 根据 } \Delta_{\min} = 0,$$

$$\Delta_{\max} = 1, \zeta_i(t) = \frac{0 + 0.5 \times 1}{\Delta_i(t) + 0.5 \times 1} \text{ 得到式(9)。}$$

$$\zeta_i = \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \vdots \\ \zeta_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.41 & 0.41 & 0.41 & 0.46 & 0.33 & 0.33 & 0.38 & 0.34 & 0.79 & 0.88 & 0.88 & 1 & 0.34 & 0.33 & 0.41 & 0.8 & 1 & 0.67 & 1 \\ 0.57 & 0.47 & 0.45 & 0.52 & 1 & 0.53 & 0.83 & 0.67 & 0.71 & 1 & 1 & 1 & 0.38 & 0.33 & 0.43 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.56 & 0.47 & 0.48 & 0.52 & 1 & 0.53 & 0.83 & 0.67 & 0.65 & 0.88 & 0.64 & 1 & 0.35 & 0.33 & 0.36 & 0.67 & 1 & 0.36 & 1 \\ 0.51 & 0.44 & 0.47 & 0.44 & 1 & 0.56 & 0.83 & 0.67 & 0.79 & 1 & 0.78 & 1 & 0.38 & 0.34 & 0.4 & 1 & 1 & 0.8 & 1 \\ 0.45 & 0.42 & 0.45 & 0.46 & 0.52 & 0.43 & 0.63 & 0.5 & 0.88 & 1 & 1 & 1 & 0.39 & 0.33 & 0.57 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.52 & 0.38 & 0.45 & 0.46 & 0.65 & 0.48 & 0.77 & 0.53 & 0.88 & 1 & 1 & 1 & 0.41 & 0.34 & 0.44 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.49 & 0.4 & 0.45 & 0.46 & 1 & 0.56 & 0.91 & 0.63 & 0.79 & 1 & 0.88 & 1 & 0.39 & 0.33 & 0.41 & 1 & 1 & 0.67 & 1 \\ 0.41 & 0.36 & 0.45 & 0.43 & 0.35 & 0.37 & 0.5 & 0.4 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.41 & 0.33 & 0.48 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.51 & 0.42 & 0.48 & 0.46 & 0.33 & 0.33 & 0.37 & 0.36 & 0.71 & 1 & 0.78 & 1 & 0.4 & 0.38 & 0.48 & 1 & 1 & 0.67 & 1 \\ 0.44 & 0.38 & 0.47 & 0.46 & 0.79 & 0.45 & 0.63 & 0.5 & 0.88 & 1 & 1 & 1 & 0.39 & 0.36 & 0.41 & 1 & 1 & 0.8 & 1 \\ 0.49 & 0.42 & 0.5 & 0.41 & 0.79 & 0.53 & 0.83 & 0.56 & 0.71 & 0.88 & 0.7 & 1 & 0.4 & 0.34 & 0.44 & 1 & 1 & 0.57 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

关联度 r_i 见式(10)。

$$r_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \zeta_i(t) = [0.49 \ 0.42 \ 0.46 \ 0.46 \ 0.71 \ 0.46 \ 0.68 \ 0.53 \ 0.8 \ 0.97 \ 0.88 \ 1 \ 0.38 \ 0.34 \ 0.44 \ 0.95 \ 1 \ 0.78 \ 1]^T \quad (10)$$

2.6 计算综合排序

考虑到各评价指标的重要程度不同,引入权重系数改进原有的评价方法,即综合评价排序系数按式(11)计算。

$$E_i = \left(\sum_{j=1}^m \omega_j \zeta_{ij} \right) \times 100 \quad (11)$$

式中: ω_j 为第 j 项指标的权重,在充分考虑主观条件的前提下,参照唐万有老师的印刷品质评价方法^[1],实地密度取 2.3,光泽度取 0.5,网点扩大取 1.7,叠印率取 2,相对反差取 0.8。综合评价系数分别见式(12)。

$$E_i = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_{11} \end{bmatrix} = [82 \ 94.4 \ 84.6 \ 90.2 \ 92.3 \ 92.6 \ 90.2 \ 89.8 \ 86.3 \ 90.4 \ 86.2]^T \quad (12)$$

排序为 $E_2 > E_6 > E_5 > E_{10} > E_4 = E_7 > E_8 > E_9 > E_{11} > E_3 > E_1$ 。

3 数据检验

对于评价的准确性,利用 Topsis 法进行验证^[16],为了减少计算的数据量,每个参数取平均值进行计算,采用公式对数据进行归一化处理,即 X 中每一元素除以其所在列所有元素平方和的算术平方根,

可得数据矩阵,见式(13)。

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ij})^2}} = \begin{bmatrix} 0.30 & 0.26 & 0.29 & 0.29 & 0.29 \\ 0.31 & 0.32 & 0.29 & 0.29 & 0.30 \\ 0.31 & 0.32 & 0.27 & 0.28 & 0.31 \\ 0.30 & 0.32 & 0.29 & 0.30 & 0.31 \\ 0.30 & 0.30 & 0.31 & 0.31 & 0.30 \\ 0.30 & 0.31 & 0.32 & 0.31 & 0.30 \\ 0.30 & 0.32 & 0.30 & 0.30 & 0.30 \\ 0.29 & 0.28 & 0.36 & 0.31 & 0.29 \\ 0.30 & 0.26 & 0.29 & 0.31 & 0.30 \\ 0.30 & 0.30 & 0.32 & 0.30 & 0.31 \\ 0.30 & 0.31 & 0.27 & 0.31 & 0.31 \end{bmatrix} \quad (13)$$

需要确定理想解和负理想解,在决策矩阵 Z 中元素 Z_{ij} 值越大表示方案越好,则可以得出最优方案(理想解)和最劣方案(负理想解):

$$Z^+ = (Z_1^+, Z_2^+, \dots, Z_m^+) = \left\{ \max_i Z_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, m \right\} = (0.31, 0.32, 0.36, 0.31, 0.31)$$

$$Z^- = (Z_1^-, Z_2^-, \dots, Z_m^-) = \left\{ \min_i Z_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, m \right\} = (0.29, 0.26, 0.27, 0.28, 0.29)$$

则样本点到最优样本点的相对距离,见式(14)。

$$C_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^-)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^+)^2} + \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^-)^2}} = (0.193, 0.487, 0.405, 0.505, 0.56, 0.638, 0.517, 0.656, 0.292, 0.631, 0.419) \quad (14)$$

C_i 计算的结果与模糊灰关联的评价结果基本一致。

4 结语

纸张评价模型既通过隶属度精确地描述各个纸张参数,又运用了灰色系统理论中的灰关联优势分析方法,进行了印刷品质量的更加细致的研究,对处于同一等级中的纸张印刷质量作出了进一步的划分,使评价结果更加符合实际情况。

文中对某个地区的各种纸张品牌作为研究对象,从单面和双面印刷 2 种不同的印刷方式进行讨论,得出更适合于印刷的纸张品牌和型号。总体来看,既然各种不同品牌的纸张在市场上可以共存,说明各种纸张具有独特的优势,由于文章仅仅从印刷适性的角度,通过特定的印刷条件进行实验分析,印刷厂的用纸选择不仅仅要根据各自的印刷条件,还要兼顾纸张价格等各种外界因素,因此,实验数据仅供参考,以满足对印刷品质量有较高要求的生产厂商。

参考文献:

- [1] 唐万有. 印刷品质量评价方法[J]. 印刷世界, 2004(2): 21—24.
TANG Wan-you. The Method of Printing Quality[J]. Print World, 2004(2): 21—24.
- [2] SUN C C. Combining Grey Relation Analysis and Entropy Model for Evaluating the Operational Performance: An Empirical Study[J]. Quality & Quantity, 2014, 48(3): 1589—1600.
- [3] CHEN Na, XU Ze-shui, XIA Mei-mei. Correlation Coefficients of Hesitant Fuzzy Sets and Their Applications to Clustering Analysis[J]. Applied Mathematical Modeling, 2013, 37(4): 2197—2211.
- [4] 江浩浩. 基于灰色关联度和主成分分析的草本植物护坡效果评价[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2009.
JIANG Hao-hao. Effect Evaluation of Slope Protection for Herbs Based on the Grey Connection and Principal Component Analysis[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2009.
- [5] XU Ze-shui, ZHANG Xiao-lu. Hesitant Fuzzy Multi-attribute Decision Making Based on Topsis with Incomplete Weight Information[J]. Knowledge-Based Systems, 2013, 52(6): 53—64.
- [6] CHEN Na, XU Ze-shui, XIA Mei-mei. Interval-valued Hesitant Preference Relations and Their Applications to Group Decision Making[J]. Knowledge-Based System, 2013, 37(2): 528—540.
- [7] 何自芬. 纸张印刷适性综合评估体系的建立[J]. 印刷质量与标准化, 2007(4): 14—16.
HE Zi-fen. The Establishment of Comprehensive Evaluation System of Paper Printing[J]. Printing Quality & Standardization, 2007(4): 14—16.
- [8] LAI H H, CHEN C H, CHEN Y C, et al. Product Design Evaluation Model of Child Car Seat Using Gray Relational Analysis[J]. Advanced Engineering Informatics, 2009, 23(2): 165—173.
- [9] ZHAI L Y, KHOO L P, ZHONG Z W. Design Concept Evaluation in Product Development Using Rough Sets and Grey Relation Analysis[J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(3): 7072—7079.
- [10] 刘思峰. 灰色系统理论的产生与发展[J]. 南京航空航天大学学报, 2004, 36(2): 267—272.
LIU Si-feng. Generation and Development of Grey System Theory[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2004, 36(2): 267—272.
- [11] 曾鸣, 邹晖, 王蕾. 基于灰色关联 TOPSIS 法的抽水蓄能电站效益评价模型及应用[J]. 水电能源科学, 2013(8): 155—157.
ZENG Ming, ZOU Hui, WANG Lei. Benefit Evaluation Model and Application of Pumped Storage Power Station Based on Grey Correlation TOPSIS Method[J]. Water Resources and Power, 2013(8): 155—157.
- [12] 屈贞财, 陈广学. 喷墨纸印刷适性评价体系的研究[J]. 中华纸业, 2012, 33(2): 47—50.
QU Zhen-cai, CHEN Guang-xue. Study on the Evaluation System of Ink Jet Printing[J]. China Pulp & Paper Industry, 2012, 33(2): 47—50.
- [13] 张琳, 张美云, 杨军平. 纸张印刷适性预测模型的建立和研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 11(2): 330—334.
ZHANG Lin, ZHANG Mei-yun, YANG Jun-ping. The Establishment and Research of the Prediction Model of Paper Printing[J]. China Printing and Packing Study, 2010, 11(2): 330—334.
- [14] 龚修端, 刘昕. 印刷品质量实时检测技术[J]. 包装工程, 2003, 24(6): 45—46.
GONG Xiu-duan, LIU Xin. Printing Quality Real Time Detection Technology[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(6): 45—46.
- [15] 唐辉宇. 纸张性能对印品呈色效果的影响[J]. 包装工程, 2005, 25(3): 50—51.
TANG Hui-yu. Effect of Paper Performance on Color Printing[J]. Packaging Engineering, 2005, 25(3): 50—51.
- [16] 金志仁, 何继善. 基于距离判别分析方法的深基坑支护方案优选研究[J]. 岩土力学, 2009, 30(8): 2423—2430.
JIN Zhi-ren, HE Ji-shan. Research on Optimization of Deep Foundation Pit Supporting Scheme Based on Distance Discriminant Analysis Method[J]. Rock and Soil Mechanics, 2009, 30(8): 2423—2430.