

基于熵权-云模型的印品质量评价模型

王凯, 张彦

(浙江工贸职业技术学院 信息与传媒学院, 温州 325003)

摘要: **目的** 目前各种印刷质量评价模型均有一定的局限性, 提出一种新的印品评价模型, 以有效准确地判断印品的质量。 **方法** 利用熵权法解决参数之间的平衡性问题, 确定 5 个参数的加权分别为 0.2, 0.25, 0.2, 0.17, 0.19, 同时参照 ISO 印刷标准, 确定最终的印刷品正态评价集, 选取 5 个基本印刷参数进行云模型的计算。 **结果** 5 种样品的印品质量评价最大隶属度分别为 0.7800, 0.7038, 0.7257, 0.6105, 0.3870, 由此得出印刷品的五级制等级分别为优、中、中、优和优, 用于衡量印刷品的质量。 **结论** 运用熵权法加权后的云模型充分考虑印刷品评价的主观性与客观性的统一, 评价出印品质量的等级更加客观有效, 与 topsis 方法的结论保持一致, 说明了模型的有效性和准确性, 同时云模型更利用分析印刷机械的印刷特征, 为印刷操作人员提供相应的理论指导。

关键词: 云模型; 熵权; 印品质量; 实地密度

中图分类号: TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)19-0244-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.19.040

Print Quality Evaluation Model Based on Entropy Weight-Cloud Model

WANG Kai, ZHANG Yan

(School of Information and Communication, Zhejiang Industry & Trade Vocational College,
Wenzhou 325003, China)

ABSTRACT: The work aims to propose a new evaluation model of prints to determine their quality effectively and accurately, with respect to the fact that the various print quality evaluation models have some limitations. The problem of equilibrium between parameters was solved in the entropy weight method. The weights of the five parameters were respectively 0.2, 0.25, 0.2, 0.17 and 0.19. In the meantime, in reference to ISO printing standards, the final print normal evaluation set was determined and five basic printing parameters were selected to calculate the cloud model. The maximum membership of print quality evaluation of five samples was respectively 0.7800, 0.7038, 0.7257, 0.6105 and 0.3870. The five-level grade of the prints derived was good, qualified, medium, good and good, used to measure the print quality. The cloud model weighted in the entropy weight method takes full consideration of the unity of subjectivity and objectivity. The print quality ranking evaluated by such model is more objective and effective. The consistency with the conclusions made based on topsis indicates the effectiveness and accuracy of the model. Meanwhile, the cloud model provides the corresponding theoretical guidance for the printing operators by making use of and analyzing the printability of printing machinery.

KEY WORDS: cloud model; entropy weight; print quality; solid density

在印刷行业中, 印刷品的质量评价不仅是对印刷品的最终评判, 也是为印刷过程提供正确工艺参数的重要依据, 为印刷作业提供必要的反馈信息。印品质量的评价必须考虑到印品的各个方面, 既要满足客户的视觉要求, 还要达到一定的质量参数要求。在考虑

评价方法时, 必须兼顾主观性和客观性, 但只有从技术角度出发, 才能较准确高效地评判印刷品质量^[1]。文中采用熵权-云模型^[2]对印刷品质量进行评价, 以保证印品质量的稳定性, 对于提高印品质量和指导生产也有着重要的作用。

收稿日期: 2017-11-29

作者简介: 王凯 (1983—), 男, 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。

印刷品的质量^[3]主要是指印品各种外观特性的综合效果,也就是绝对质量。具体来说,包括阶调层次、色彩再现、网点再现和印品光泽度等方面进行分析,根据制订的 5 级评分表,利用熵权-云模型采用定性与定量相结合的研究方法,对印品质量进行综合评价,有效解决其他评价模型的单一性,为印品的评价提供更有效的解决方案。

1 云评价模型的建立

1.1 实验数据采集

1.1.1 仪器与条件

仪器:海德堡 CD102-5 胶印机、分光光度计。采用谷口印刷油墨。

条件:平版胶印,调幅加网,印版线数为 175 线/英寸(1 英寸=2.54 cm)。印刷标准密度值: $K>1.65$, $1.33<M<1.38$, $1.35<C<1.40$, $1.00<Y<1.10$ 。

1.1.2 数据采集生产

利用分光光度计对样张进行数据采集,在数据收集过程中,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)、50%网点扩大(黑、青、品、黄)、75%相对反差(黑、青、品、黄)以及实地叠印率(M/Y, C/M, 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。为了简明扼要地说明模型的使用方法,仅使用黑色油墨的相关测量数据,叠印率采用平均值,见表 1。

表 1 部分实验测量数据
Tab.1 Part of experimental measurement data

厂家	实地密度 (K)	印刷光泽 度(K)	网点扩大 50%(K)	叠印率 /%	75%相对 反差(K)
1	1.72	85	16	71.67	0.51
2	1.31	70	20	71	0.2
3	1.8	88	7	78	0.51
4	1.67	85	15	73.00	0.49
5	1.60	71	13	74.67	0.49

1.2 评价准则机制构建

根据测量选定的 5 个质量参数:实地密度、网点扩大(50%)、实地叠印率、印刷光泽度和相对反差(75%),兼顾印品评价的主观和客观特性,5 个参数对印品影响程度并不一致,为此利用熵权法计算熵权作为评价体系中的加权,准确体现每个参数的重要程度,再利用云模型算法^[4-5]中的逆向发生器进行计算分析,最终确定各样张的综合得分并进行排名,最后,利用其它模型进行验证,确保模型的准确性,见图 1。

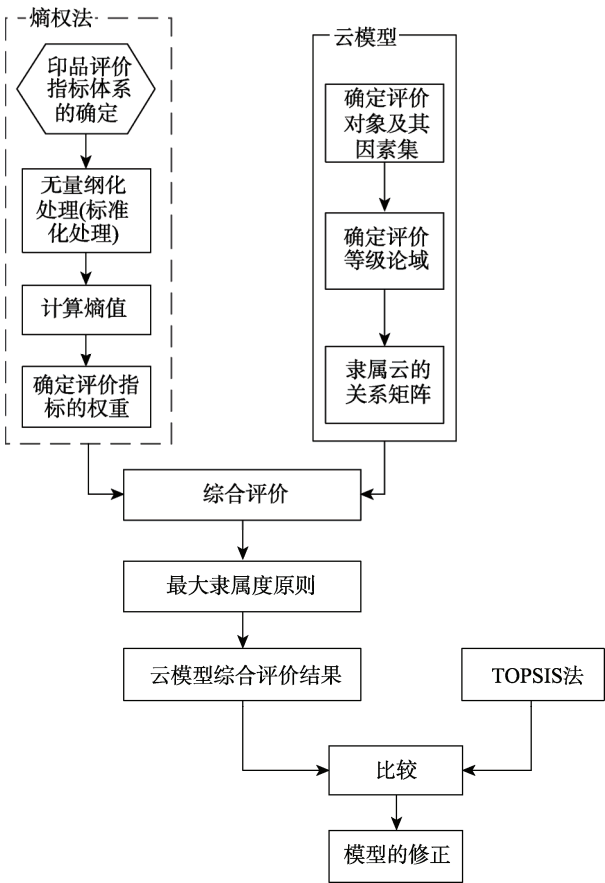


图 1 模型构建流程
Fig.1 Flow chart of modeling

1.3 熵权法确定参数权重

采用熵权法来确定各指标权重^[6]。基于熵权的指标权重赋值方法是一种定量和定性相结合、将人的主观判断用数量形式表达和处理的方法。与传统方法相比,它能尽量减少个人主观臆断所带来的弊端,使评价结果更可信。

1.3.1 形成原始数据矩阵,并将矩阵标准化处理。

现有被评价对象 $M=(M_1, M_2...M_m)$, 评价指标 $D=(D_1, D_2...D_n)$, 被评价对象 M_i 对指标 D_j 的值记为 X_{ij} ($i=1, 2...m; j=1, 2...n$), 则形成的原始数据矩阵为:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}_{m \times n} = \begin{pmatrix} 1.72 & 85 & 16 & 71.67 & 0.51 \\ 1.31 & 70 & 20 & 71 & 0.20 \\ 1.80 & 88 & 7 & 78 & 0.51 \\ 1.67 & 85 & 15 & 73 & 0.49 \\ 1.60 & 71 & 13 & 74.67 & 0.49 \end{pmatrix}$$

式中: X_{ij} 为第 j 个指标下的第 i 个被评价对象的值。

由于指标的参数存在很大差异,必须对原始矩阵进行标准化,也就是无量纲化处理。在选择的过程中,网点扩大的值越小对印刷品越有利,而其他参数越大对印刷品控制越好,所以,分别选用偏大型(越

大越优)和偏小型函数(越小越优)进行处理。

1) 越大越优型指标:

$$V_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum x_{ij}}$$

2) 越小越优型指标:

$$V_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\sum x_{ij}}$$

把原始数据进行标准化处理:

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.21 & 0.21 & 0.77 & 0.19 & 0.23 \\ 0.16 & 0.18 & 0.72 & 0.19 & 0.19 \\ 0.22 & 0.22 & 0.90 & 0.21 & 0.23 \\ 0.21 & 0.21 & 0.79 & 0.20 & 0.22 \\ 0.20 & 0.18 & 0.82 & 0.20 & 0.22 \end{pmatrix}$$

1.3.2 确定各指标的熵权。

1) 计算第 j 项指标下, 第 i 个评价对象的特征比重。

$$p_{ij} = V_{ij} / \sum_{i=1}^m V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.21 & 0.21 & 0.77 & 0.19 & 0.23 \\ 0.16 & 0.18 & 0.72 & 0.19 & 0.19 \\ 0.22 & 0.22 & 0.90 & 0.21 & 0.23 \\ 0.21 & 0.21 & 0.79 & 0.20 & 0.22 \\ 0.20 & 0.18 & 0.82 & 0.20 & 0.22 \end{pmatrix}$$

2) 计算第 j 项指标的熵值 e_j 。

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m p_{ij} \cdot \ln p_{ij} = (0.85 \quad 0.87 \quad 0.85 \quad 0.85 \quad 0.81)$$

式中: 常数 $K=1/\ln m$, 这里的 m 值为 5, 这样就能保证 $0 < e_j < 1$, 即 e_j 最大为 1。

对于某一项指标 D_j , 其 V_{ij} 的差异越大, e_j 越小; 即各被评价对象第 j 项指标值差异越大, 表明该指标反映的信息量越大, 其熵值就越小; 而当熵值 e_j 偏大时, 表明该指标提供的信息量很小, 可以适当考虑将其剔除。

$$D_j = 1 - e_j = (0.15 \quad 0.13 \quad 0.15 \quad 0.15 \quad 0.19)$$

D_j 越大, 该指标提供的信息量越大, 越应给予较大的指标权重。

3) 确定各指标的熵权。

$$\omega_j = d_j / \sum_{j=1}^n d_j = (0.20 \quad 0.17 \quad 0.20 \quad 0.19 \quad 0.25)$$

根据熵权法计算出各个评价指标的权重 $\omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$, 作为属性集 U 的权重向量, 即为其熵权。为了后面的计算方便, 调整一下参数顺序为:

$$\omega = \{\text{实地密度, 相对反差, 网点扩大, 印刷光泽, 叠印率}\} = \{0.20, 0.25, 0.20, 0.17, 0.19\}$$

1.4 印品评价集的正态云模型

1.4.1 正态云模型

云模型是云的具体实现方法, 也是基于云的运算、推理和控制等的基础。它可以表示由定性概念到定量表示的过程(正向云发生器), 也可表示由定量表示到定性概念的过程(逆向云发生器)。

该模型是由中国工程院院士李德毅于 1995 年提出云模型的概念, 是处理定性概念与定量描述的不确定转换模型。简单来说就是云就是一个种群, 一个分布, 而云滴就是其中的一个数据, 一个具体的点, 而这个点出现在这个分布中是有一定的概率的。云模型用 3 个数据来表示其特征。期望: E_x , 云滴在空间分布的期望。熵: E_n , 不确定性程度。超熵: H_e , 用来表示熵的不确定性, 即熵的熵。

隶属度函数是将对象的指标转换成云模型中的有效数据。根据获取的云特征值, 利用云发生器计算各个指标对应等级的隶属度。计算云滴 x 属于某个等级的隶属度公式为:

$$\mu = \exp \left[-\frac{(x - E_n)^2}{2(E_n')^2} \right] \quad (1)$$

式中: E_n' 是以 E_n 为期望; H_e^2 为方差的正态随机数, 即 $E_n' \sim N(E_n, H_e^2)$ 。

1.4.2 评价因素集的确定

在综合考虑目前评价印刷品现状的基础上, 将印刷品质量评价的因素分为阶调再现和色彩再现 2 大类一级指标, 量化到具体参数分别为: 实地密度、相对反差、印刷光泽、叠印率和网点扩大。参考文献《印刷品质量评价方法》^[7]的研究结果以及国际印刷标准 ISO 12647—2, 评价印刷品质量采用五级标度法, 分别为优、良、中、合格和不合格 5 个等级, 见表 2。

表 2 以黑墨为例的等级评定标准
Tab.2 Rating standard with black ink as an example

等级	实地密度	相对反差	网点扩大	印刷光泽	叠印率
优	(2, 1.64)	(1, 0.47)	(0.01, 0.13)	(1, 0.49)	(100, 93)
良	(1.64, 1.50)	(0.47, 0.39)	(0.13, 0.28)	(1.64, 1.53)	(93, 85)
中	(1.50, 1.36)	(0.39, 0.31)	(0.28, 0.43)	(1.50, 1.39)	(85, 77)
合格	(1.36, 1.20)	(0.31, 0.23)	(0.44, 0.58)	(1.36, 1.23)	(77, 69)
不合格	(1.20, 1.04)	(0.23, 0.15)	(0.58, 0.74)	(1.20, 1.07)	(69, 61)

根据表 2 的数据,通过正向云发生器得出各评价等级的正态云。设因素 i 对应等级 j 的上下临界值分别为 $x^{\max}$ 和 $x^{\min}$, 同时,所有的数据均为非负值,则正态云模型表示为:

$$E_x = \frac{x^{\max} + x^{\min}}{2}$$

(2)

由于临界值是 2 个等级的分界点,同时属于 2 种

级别,可以得出:

$$\exp\left\{-\frac{\left(x^{\max}-E_x\right)^2}{2E_n^2}\right\}=0.5$$

(3)

$$E_n = \frac{x^{\max}-x^{\min}}{2.355}$$

(4)

根据式(4),把表 2 的数据转成正态云的标准值,即 (E_x, E_n, H_e) , 超熵取 0.5, 见表 3。

表 3 正态云标准值

Tab.3 Normal value of normal cloud

等级	实地密度	相对反差	网点扩大	印刷光泽	叠印率
优	(1.82,0.153,0.5)	(0.735,0.225,0.5)	(7.5,0.096,0.5)	(95,4.246,0.5)	(96.5,2.972,0.5)
良	(1.57,0.059,0.5)	(0.43,0.034,0.5)	(20.5,6.370,0.5)	(85,4.246,0.5)	(89,3.397,0.5)
中	(1.43,0.059,0.5)	(0.35,0.034,0.5)	(35.5,6.370,0.5)	(75,4.246,0.5)	(81,3.397,0.5)
合格	(1.28,0.068,0.5)	(0.27,0.034,0.5)	(51,5.945,0.5)	(65,4.246,0.5)	(73,3.397,0.5)
不合格	(1.12,0.069,0.5)	(0.19,0.034,0.5)	(66,6.794,0.5)	(55,4.246,0.5)	(65,3.397,0.5)

根据实际测量数据和计算完成的云数字特征值,计算各指标对应等级的隶属度,计算结果形成隶属度矩阵^[8]。

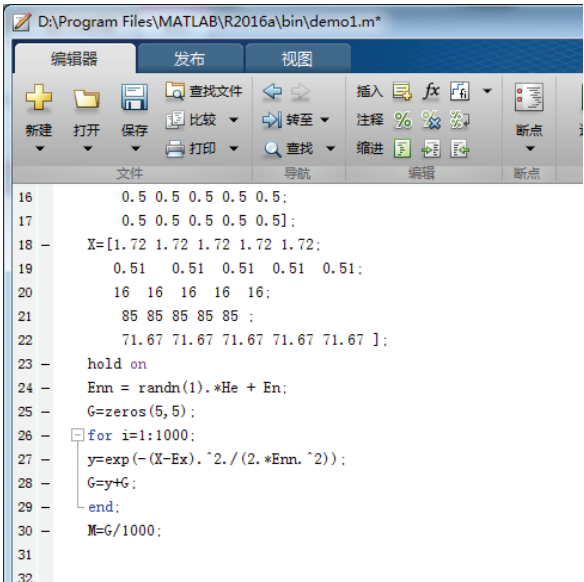
$$\mu = \exp\left[-\frac{\left(x^{\max}-E_x\right)^2}{2\left(E_n'\right)^2}\right]$$

为了提高评价的精度,利用 Matlab 重复计算 1000 次,见图 2。

表 4 数据结果

Tab.4 Results of data

待测样品	参数	优	良	中	合格	不合格
样品 1	实地密度	0.99	0.98	0.94	0.88	0.79
	相对反差	0.98	1.00	0.98	0.96	0.93
	网点扩大	0.31	0.82	0.02	0.00	0.00
	印刷光泽	0.14	1.00	0.14	0.00	0.00
	叠印率	0.00	0.00	0.08	0.95	0.28
样品 2	实地密度	0.61	0.82	0.96	1.00	0.91
	相对反差	0.80	0.97	1.00	0.98	0.93
	网点扩大	0.06	1.00	0.07	0.00	0.00
	印刷光泽	0.00	0.00	0.55	0.55	0.00
	叠印率	0.00	0.00	0.03	0.87	0.28
样品 3	实地密度	1.00	0.99	0.97	0.94	0.90
	相对反差	0.99	1.00	0.99	0.99	0.97
	网点扩大	1.00	0.22	0.00	0.00	0.00
	印刷光泽	0.46	0.87	0.07	0.00	0.00
	叠印率	0.00	0.07	0.82	0.58	0.02
样品 4	实地密度	0.00	0.46	0.01	0.00	0.00
	相对反差	0.02	0.85	0.41	0.11	0.02
	网点扩大	0.27	0.68	0.00	0.00	0.00
	印刷光泽	0.05	1.00	0.05	0.00	0.00
	叠印率	0.00	0.00	0.05	1.00	0.05
样品 5	实地密度	0.41	0.91	0.05	0.00	0.00
	相对反差	0.58	0.42	0.01	0.00	0.00
	网点扩大	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
	印刷光泽	0.00	0.00	0.64	0.37	0.00
	叠印率	0.00	0.00	0.18	0.89	0.02



```
16 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5;
17 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5];
18 X=[1.72 1.72 1.72 1.72 1.72;
19 0.51 0.51 0.51 0.51 0.51;
20 16 16 16 16 16;
21 85 85 85 85 85 ;
22 71.67 71.67 71.67 71.67 71.67 ];
23 hold on
24 Enn = randn(1). *He + En;
25 G=zeros(5,5);
26 for i=1:1000;
27 y=exp(-(X-Ex).^2./(2.*Enn.^2));
28 G=y+G;
29 end;
30 M=G/1000;
```

图 2 样品 1 的 Matlab 代码

Fig.2 Matlab code for sample 1

取平均值作为最终的评价数值 μ , 见表 4。

1.5 模糊评价集的建立^[9—10]

将熵权法得到的加权权重 ω 与隶属度矩阵 μ 进行模糊变换, 得到评价集。

$$Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$$

$$Q = \omega * \mu$$

式中: $q_i = \sum_{j=1}^n \omega_j \mu_{ij}$, ($j=1, 2, 3, 4, 5$) 表示评价对象的评级等级的隶属度。计算结果见表 5。

表 5 样品评定等级
Tab.5 Sample ranking

样品	优	良	中	合格	不合格	等级
样品 1	0.5288	0.7800	0.4760	0.5965	0.4437	良
样品 2	0.3340	0.6065	0.5552	0.7038	0.4677	合格
样品 3	0.7257	0.6532	0.6092	0.5457	0.4263	优
样品 4	0.0675	0.6105	0.1225	0.2175	0.0145	良
样品 5	0.3270	0.3870	0.1555	0.2320	0.0038	良

1.6 结果分析

1) 印刷品排名分析。根据表 5 的数据计算结果, 样品 1 最大值为 0.7800, 根据隶属度最大原则, 样品 1 处于第 2 等级, 良; 同理, 样品 2 属于第 4 等级, 合格; 样品 3 属于第 1 等级, 优; 样品 4 和样品 5 同属于第 2 等级, 良。样品 1、样品 4、样品 5 虽然同为良, 根据数据可以看出, 样品 5 更加接近优, 而样品 1 和样品 4 更接近于合格, 最终排名趋近于: 样品 3 > 样品 5 > 样品 1 ≈ 样品 4 > 样品 2。

印品的评价本身具有一定的主观性, 如果最终结果定量到某个具体数据, 反而体现出评价的不准确性, 能够利用数据准确的定位到某一个等级, 对于评价来讲更加客观灵活, 云模型的实施, 有效地评价了印刷品的质量, 同时给主观评价留下一定的空间。

尽管云模型的评价结果具有一定的随机偶然性, 但通过重复 1000 次的计算结果必然在可接受的范围以内^[11-12]。这种处理数据的方式既考虑了印品评价的客观性, 又兼顾了评价的主观性, 实现了感官与设备的统一性。

2) 印刷设备特性分析。除了可以判定印品的等级之外, 还可以提取大量的样品数据, 用于衡量印刷设备的稳定性, 样品都出自同一设备生产, 样品的稳定性即代表着印刷机械的生产特性, 将每个参数的数据进行分析, 就可以分析出印刷设备的相关特性。

接下来对数据进行分析量化, 第 1 步进行数据标准化, 采用的方式如下所述。

越大越优型指标:

$$x = \frac{x - \min(x_i)}{\max(x_i) - \min(x_i)}$$

越小越优型指标:

$$x = \frac{\max(x_i) - x}{\max(x_i) - \min(x_i)}$$

根据 ISO 12647—2 标准, 结合唐万有的《印刷品质量评价方法》, 实地密度、相对反差、网点扩大、印刷光泽度和叠印率的最大值和最小值分别为:

$$x_{\max} = \{1.85, 0.51, 0.5, 1, 1\}$$

$$x_{\min} = \{1.04, 0.15, 0.07, 0.6, 0.61\}$$

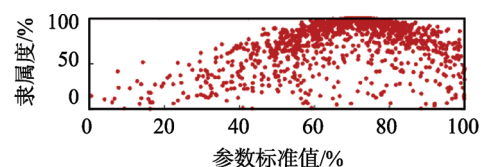
计算结果见表 6。

表 6 数据标准化

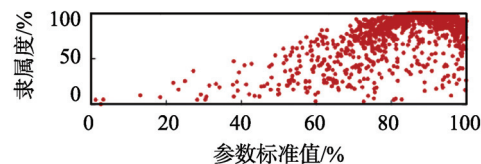
Tab.6 Data normalization

样张	实地密度	相对反差	网点扩大	印刷光泽度	叠印率
样张 1	0.84	1.00	0.87	0.63	0.27
样张 2	0.33	0.53	0.81	0.25	0.26
样张 3	0.94	1.00	1.00	0.70	0.44
样张 4	0.78	0.94	0.88	0.63	0.31
样张 5	0.69	0.94	0.91	0.28	0.35

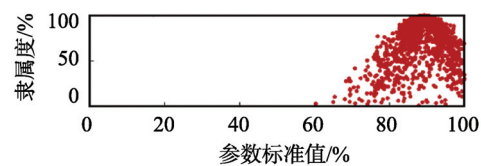
利用逆向云发生器, 通过数据计算云模型, 每幅图生成 1500 个印刷样品的特征数据, 结果见图 3。



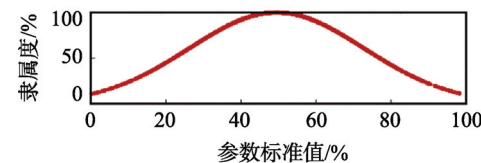
a 模型还原图谱-实地密度



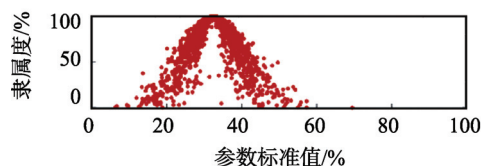
b 模型还原图谱-相对反差



c 模型还原图谱-网点扩大



d 模型还原图谱-印刷光泽度



e 模型还原图谱-实地叠印率

图 3 特征分析

Fig.3 Feature analysis

每个数据对于该印刷参数的影响见图3, 分析图形的形状和趋势就可以看出印刷设备对于印刷品的生产特性和基本特点。

1) 该印刷设备对于叠印率和网点扩大的还原基本稳定, 表明在微观的网点还原上性能良好, 完全可以印刷高质量和高加网线数的印品, 制作高品质的画册等印刷产品, 网点的还原能力也是印刷设备最重要的衡量参数之一。

2) 在实地密度和相对反差方面稳定性不高, 也就是油墨量的控制和传递上有待加强, 墨量的控制除了与设备的墨路传递有关, 还与操作人员的参数控制有很大关系, 包括润湿液和温度的控制等。密度和反差稳定性的改进需要检查设备的水量和墨路, 以及操作人员的操作过程。

3) 印刷光泽度是反映印刷材料的主要参数, 可见印刷材料的选用符合印刷标准, 稳定性非常好。

2 模型的检验与验证

对于评价的准确性, 利用 Topsis 法进行验证, 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:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ij})^2}} = \begin{bmatrix} 0.47 & 0.47 & 0.48 & 0.43 & 0.50 \\ 0.36 & 0.39 & 0.60 & 0.43 & 0.20 \\ 0.49 & 0.49 & 0.21 & 0.47 & 0.50 \\ 0.46 & 0.47 & 0.45 & 0.44 & 0.48 \\ 0.44 & 0.40 & 0.39 & 0.45 & 0.48 \end{bmatrix}$$

接下来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):

$$Z^+ = (Z_1^+, Z_2^+ \cdots Z_m^+) = \{\max Z_{ij} \mid j = 1, 2, \cdots, m\} = \{0.49, 0.49, 0.21, 0.47, 0.50\}$$

$$Z^- = (Z_1^-, Z_2^- \cdots Z_m^-) = \{\min Z_{ij} \mid j = 1, 2, \cdots, m\} = \{0.36, 0.39, 0.60, 0.43, 0.20\}$$

则样本点到最优样本点的相对距离为:

$$C_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^-)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^+)^2} + \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_j^-)^2}} = (0.56, 0.00, 1.00, 0.58, 0.63)$$

根据 C_i 计算的结果, 与熵权-云模型的评价结果一致。除此之外, 还利用其他模型进行验证, 包括层次分析法^[13]、主成分分析法、模糊灰关联^[14]、梅西法^[15]进行测试和分析, 结果几乎一致, 具体方法参照相关文献。

3 结语

通过研究印刷品的各个参数及评价方法, 对印品样张进行了质量评估, 印刷品的参数众多, 为了模型的简介有效, 根据专家的建议和实际的生产需求, 共选取了5个最优参数, 即实地密度、相对反差、印刷光泽、叠印率和网点扩大。根据客户和观察者的视觉特性, 分成优、良、中、合格和不合格5个等级, 运用熵权法加权后的云模型评价出印品质量的等级, 相对于其他评价方式, 加权后的云模型更加的有效客观, 同时也可以进一步的分析印刷机械的印刷特征, 为印刷操作人员提供相应的理论指导, 以保证印刷过程高效顺利的进行。

参考文献:

- [1] 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, 2004(7): 14—16.
HE Zi-fen. The Establishment of Comprehensive Evaluation System of Paper Printing[J]. Printing Quality & Standardization, 2004(7): 14—16.
- [2] 张强, 王慧. 基于熵权的灰色关联研究生培养质量多级模糊评价[J]. Hans Journal of Data Mining, 2011, 1(1): 13—15.
ZHANG Qiang, WANG Hui. Graduate Training Quality Multi-levels Fuzzy Evaluation Base on Grey Entropy[J]. Hans Journal of Data Mining, 2011, 1(1): 13—15.
- [3] 张俊辉. 利用分光光度计对印刷品质量进行客观评价[J]. 广东印刷, 2017(3): 51—54.
ZHANG Jun-hui. Objective Evaluation of Print Quality by Spectrophotometer[J]. Guangdong Printing, 2017(3): 51—54.
- [4] WANG S L, LI D R, SHI W Z, et al. Cloud Model-based Spatial Data Mining[J]. Geographic Information Sciences, 2003, 9(1/2): 60—70.
- [5] DAI C H, ZHU Y F. Cloud Model Based Genetic Algorithm and Its Applications[J]. Acta Electronica Sinica, 2007, 35(7): 1419—1424.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 邹志红, 孙靖南, 任广平. 模糊评价因子的熵权法赋权及其在水质评价中的应用[J]. 环境科学学报, 2005, 25(4): 552—556.
ZOU Zhi-hong, SUN Jing-nan, REN Guang-ping. Study and Application on the Entropy Method for De-

- termination of Weight of Evaluating Indicators in Fuzzy Synthetic Evaluation for Water Quality Assessment[J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2005, 25(4): 552—556.
- [9] 沈进昌, 杜树新. 基于云模型的模糊综合评价方法及应用[J]. *模糊系统与数学*, 2012, 26(6): 115—123.
SHEN Jin-chang, DU Shu-xin. Method and Application Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation Based on Cloud Model[J]. *Fuzzy Systems and Mathematics*, 2012, 26(6): 115—123.
- [10] CHEN N, XU Z S, XIA M M. Correlation Coefficients of Hesitant Fuzzy Sets and Their Applications to Clustering Analysis[J]. *Applied Mathematical Modeling*, 2013, 37(4): 2197—2211.
- [11] XU Z S, ZHANG X L. Hesitant Fuzzy Multi-attribute Decision Making Based on TOPSIS with Incomplete Weight Information[M]. *Knowledge-based Systems*, 2013.
- [12] ZHAI L Y, LI P, ZHANG Z W. Design Concept Evaluation in Product Development Using Rough Sets and Grey Relation Analysis[J]. *Expert Systems with Applications*, 2008, 36(3): 7072—7079.
- [13] 王凯. 基于层次分析法的印刷纸张质量评价[J]. *广东印刷*, 2014(4): 39—40.
WANG Kai. Quality Evaluation of Print Based on AHP Method[J]. *Guangdong printing*, 2014(4): 39—40.
- [14] 张彦, 王凯. 基于梅西法的印刷品质量评价[J]. *广东印刷*, 2017(1): 55—56.
ZHANG Yan, WANG Kai. Quality Evaluation of Print Based on Messi Method[J]. *Guangdong Printing*, 2017(1): 55—56.
- [15] 王凯, 张彦. 基于模糊灰关联的纸张印刷适性评价模型[J]. *包装工程*, 2016, 37(19): 195—200.
WANG Kai, ZHANG Yan. Analysis of Paper Evaluation Model Based on Fuzzy Grey Relation[J]. *Packaging Engineering*, 2016, 37(19): 195—200.