

喷墨打印输出设备墨量控制的研究

陈丽娜, 刘 真

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: 分别对混合通道、单通道各色设计不同网点面积率的色块, 打印输出测量其密度值, 然后使用多项式回归法建立了网点面积率与密度之间的函数关系, 通过分析数据, 找出了最大密度对应的网点面积率, 并以其作为墨量的最大值, 最后设计实验验证了这一最值的准确性。为研究喷墨打印输出设备的墨量控制提供了一种简便可行的方法, 对辅助研究打印机的线性化及研发具有自主知识产权的线性化软件, 具有重要的指导意义。

关键词: 多项式回归法; 网点面积率; 密度; 墨量控制

中图分类号: TS853⁺.5; TS803.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)19-0011-07

Study on Ink Metering Control for Inkjet Printer

CHEN Li-na, LIU Zhen

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: We designed color targets with different dot area coverage for compound channel and four single channels, and then output them and get their density. After this, we used polynomial regression method to establish the function relationship between dot area coverage and density. Through data analysis, we set the dot area coverage corresponded the maximum density as the ink metering maximum, and verified the maximum's accuracy with an experiment we designed. In general, we provided a simple and convenient method for study on ink metering control, and the method is useful for our future research on printer linearization and is meaningful for developing linear software with independent intellectual property rights.

Key words: polynomial regression analysis method; dot area coverage; density; ink metering control

墨量改变时, 其颜色属性可能会发生变化, 对印刷色彩的再现会有一定的影响, 因此, 对墨量的控制至关重要。墨量控制也是喷墨打印输出设备线性化中必须要解决的一项关键技术, 但目前相关研究文献很少。在一些线性化软件产品中, 如美国 EFI 有限公司开发的 EFI Colorproof XF^[1] 和德国 GMG 公司开发的 GMG ColorProof 以及 CGS 出版技术国际公司的 ORIS 色彩管理软件等, 都有墨量控制过程, 我国在这方面的研究还比较少。虽然国外在这方面的研究比较成熟, 但是相关的关键技术保密, 并没有对外公开, 所以对打印机线性化过程中墨量控制的研究是十分必要的。

在实际打印输出中, 油墨密度会随着墨量的增加而变化。低墨量产生低密度值, 高墨量产生高密度值, 但从某一个墨量开始, 即使继续增加, 油墨密度也

不再提高, 因而产生了一个最大密度值, 也叫作饱和密度, 因此, 笔者用密度为检测值来控制油墨量。通过设计色块、测量密度来判断墨量的大小, 进而对供墨量进行调节, 从而实现喷墨打印输出设备墨量的良好控制, 保证色彩达到理想还原, 保证样张质量。

1 墨量控制

1.1 墨量限值

总墨量是指 CMYK 四色墨水的墨量总和, 该设置确定打印机在生成 CMYK 图像时的最大密度。如果该值设定过高, 在纸上出现过多的墨水, 就会产生溢墨故障; 若设定过低, 图像就显得不饱满。事实上, 大多数喷墨打印机在总墨量为一定范围时, 就会获得最大的颜色密度值, 此后即使增加墨量, 颜色密度也

收稿日期: 2011-07-14

作者简介: 陈丽娜(1986—), 女, 河南人, 上海理工大学硕士生, 主攻印刷色彩管理。

不会发生明显变化。不仅如此,反而会引来一系列的打印故障,如各色块间没有明确界限、墨水堆墨、墨水覆盖不均匀等;同时由于干燥时间变长,易引起背面蹭脏、糊版等现象,从而影响印品质量。

单通道墨量限值确定了每一种基本颜色达到最佳颜色密度值时的墨量限值,当墨量超过一定范围后再增加,产生的颜色最大密度不会再有显著增加。

1.2 数据处理方法

采用多项式回归法对实验数据进行分析,回归分析法:在掌握大量观察数据的基础上,利用数理统计方法,建立因变量与自变量之间的回归关系函数表达式(称回归方程式)。任何复杂的非线性模型,都可以用适当项数的多项式去逼近,因此,在函数关系比较复杂的问题中,可以不管因变量与自变量的确切关系,而用多项式回归进行分析。

多项式回归算法大致可分以下几个步骤。

1) 如变量间存在非线性关系,但具体模型形式又难以准确判断时,则可以用包含 $m+1$ 个待估参数的 m 阶多项式来近似表达这个未知的函数关系,对于单变量,多项式方程的一般形式为:

$$\hat{y}=a+b_1x+b_2x^2+\cdots+b_kx^k$$

2) 多项式方程次数的确定:散点所表现的曲线趋势的峰数+谷数+1。若散点波动较大或峰谷两侧不对称,可再高一次。

3) 多项式回归统计数的计算。可采用类似于多元线性回归的方法,求解多项式回归的统计数,令 $x_1=x, x_2=x^2, \cdots, x_k=x^k$, 上式可变为:

$$\hat{y}_k=a+b_1x_1+b_2x_2+\cdots+b_kx_k$$

可采用矩阵方法求解,即:

$$\mathbf{X}=\begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & & & & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{11}^2 & \cdots & x_{11}^k \\ 1 & x_{12} & x_{12}^2 & \cdots & x_{12}^k \\ \vdots & & & & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{1n}^2 & \cdots & x_{1n}^k \end{bmatrix}, \mathbf{Y}=\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

求得 $X'X, X'Y$ 和 $(X'X)^{-1}$, 并由 $b=(X'X)^{-1} \cdot (X'Y)$ 获得相应的多项式回归统计数,回归算法的唯一条件就是样本点数应该大于所选择的多项式的项数。

4) 可决系数。可决系数可以作为综合度量回归模型对样本观测值拟合优度的度量指标:

$$R^2=\left[\frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2\sum(y-\bar{y})^2}}\right]^2=1-\frac{\sum(y-\hat{y})^2}{\sum(y-\bar{y})^2}$$

可决系数越大,自变量对因变量的解释程度越高,自变量引起的变动占总变动的百分比越高,观察点在回归直线附近越密集。可决系数的取值范围在 0 到 1 之间,是一个非负统计量,可决系数越接近 1,表明样本回归线对样本观测值拟合程度越好,各样本观测点与回归线靠得越近,由样本回归做出解释的离差平方和与总离差平方和越相近;反之,拟合程度越差,相差越大。

2 实验设计与实现

2.1 设备与条件

硬件:EPSON 7800 喷墨打印机;EPSON ULTRA CHROME K3 INK;EPSON 打样纸;Eye-one Pro。

软件:Measure tool 测量软件。

2.2 总墨量限值

设计的色靶见图 1,每个色块对应的网点面积率及测量色靶得到的密度值见表 1。

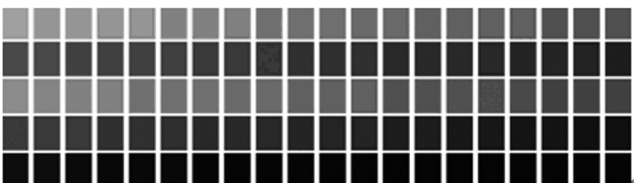


图 1 混合通道的色靶

Fig. 1 Color targets of compound channel

根据测量的数据,对数据进行多项式回归分析,得到网点面积率与密度的拟合曲线,见图 2。

从图 2 可以看出:

1) 散点分布基本符合三次多项式分布,所以采用三次多项式回归分析法进行曲线拟合,多项式回归方程见图 2,可决系数达到 0.913 8,说明曲线的拟合程度非常高,即可信度很高。

表 1 混合通道色块设计数据及其密度测量值

Tab.1 The design data and densities of color targets of compound channel

序号	C/%	M/%	Y/%	K/%	总值/%	密度值	序号	C/%	M/%	Y/%	K/%	总值/%	密度值
1	33	33	33	0	99	1.49	51	38	38	38	38	152	2.10
2	35	35	35	0	105	1.54	52	39	39	39	39	156	2.12
3	36	37	37	0	110	1.65	53	40	40	40	40	160	2.16
4	38	38	38	0	114	1.79	54	42	42	42	42	168	2.21
5	40	40	40	0	120	1.74	55	43	43	43	43	172	2.19
6	42	42	42	0	126	1.79	56	44	44	44	44	176	2.25
7	44	44	44	0	132	1.92	57	45	45	45	45	180	2.25
8	45	45	45	0	135	1.83	58	47	47	47	47	188	2.28
9	47	47	47	0	141	1.91	59	48	48	48	48	192	2.25
10	49	49	49	0	147	2.03	60	49	49	49	49	196	2.29
11	50	51	50	0	151	2.01	61	51	51	50	51	203	2.30
12	52	52	52	0	156	2.05	62	52	52	52	52	208	2.33
13	54	54	54	0	162	2.07	63	53	53	53	53	212	2.33
14	55	56	55	0	166	2.12	64	55	55	54	55	218	2.36
15	57	57	57	0	171	2.10	65	56	56	55	56	223	2.29
16	59	59	59	0	177	2.15	66	57	57	57	57	228	2.39
17	60	61	60	0	181	2.16	67	58	58	58	58	232	2.38
18	62	62	62	0	186	2.15	68	60	59	59	60	238	2.4
19	64	64	64	0	192	2.18	69	61	61	60	61	243	2.24
20	65	66	65	0	196	2.22	70	62	62	62	62	248	2.38
21	67	67	67	0	201	2.25	71	63	63	63	64	253	2.30
22	69	69	69	0	207	2.21	72	65	64	64	65	258	2.37
23	71	71	71	0	213	2.28	73	66	66	65	66	263	2.26
24	72	73	73	0	218	2.28	74	67	67	67	67	268	2.42
25	74	74	74	0	222	2.29	75	68	68	68	69	273	2.42
26	76	76	76	0	228	2.31	76	70	69	69	70	278	2.43
27	77	78	78	0	233	2.22	77	71	71	71	71	284	2.31
28	79	79	79	0	237	2.31	78	72	72	72	72	288	2.43
29	81	81	81	0	243	2.29	79	73	73	73	74	293	2.44
30	82	83	83	0	248	2.30	80	75	75	75	75	300	2.31
31	84	84	84	0	252	2.28	81	76	76	76	76	304	2.48
32	86	86	86	0	258	2.34	82	77	77	77	77	308	2.44
33	87	88	88	0	263	2.30	83	78	78	78	79	313	2.46
34	89	89	89	0	267	2.32	84	80	80	80	80	320	2.343
35	91	91	91	0	273	2.29	85	81	81	81	81	324	2.36
36	93	93	93	0	279	2.35	86	82	82	82	82	328	2.48
37	95	95	95	0	285	2.32	87	84	84	84	84	336	2.42
38	96	96	96	0	288	2.36	88	85	85	85	85	340	2.49
39	98	98	98	0	294	2.33	89	86	86	86	86	344	2.27
40	99	99	99	0	297	2.36	90	87	87	87	87	348	2.41
41	25	25	25	25	100	1.71	91	89	89	89	89	356	2.47
42	26	26	26	26	104	1.73	92	90	90	90	90	360	2.47
43	27	27	27	28	109	1.84	93	91	91	91	91	364	2.31
44	29	29	29	29	116	1.88	94	93	93	93	93	372	2.47
45	30	30	30	30	120	1.92	95	94	94	94	94	376	2.36
46	31	31	31	31	124	1.98	96	95	95	95	95	380	2.40
47	33	33	33	33	132	1.98	97	96	96	96	96	384	2.46
48	34	34	34	34	136	2.03	98	98	98	98	98	392	2.46
49	35	35	35	35	140	2.03	99	99	99	99	99	396	2.32
50	36	36	36	36	144	2.12	100	100	100	100	100	400	2.45

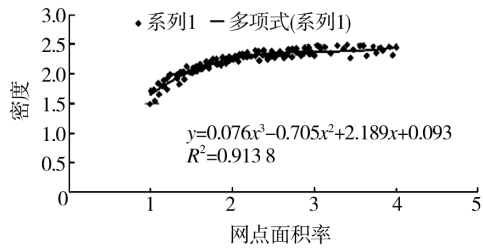


图 2 混合通道网点面积率与密度的关系
Fig. 2 Relation between dot area coverage and density of compound channel

2) 当网点面积增大到一定程度时网点密度几乎不再增加,此时通过图表可以得出达到饱和密度时其对应的网点面积率为 228%,其饱和密度约为 2.31。如果此时网点面积率再继续增加,仅仅是浪费油墨而已,因此认为混合通道总墨量的最大值为 228%。

2.3 单通道墨量限值

单通道色块的设计:黄(Y)品红(M)青(C)黑(K)色块,变化范围从 1%~100%,其中梯尺各级标定网点面积率分别为:1%,2%,3%,5%,7%,10%,15%,20%,25%,30%,35%,40%,45%,50%,55%,60%,65%,70%,75%,80%,85%,90%,95%,96%,97%,98%,99%,100%共 29 级。

单通道色块见图 3。



图 3 单通道的色块
Fig. 3 Color targets of four single channels

利用 Measure Tool 测量软件、Eye-one Pro 测量各色块的密度值,见表 2。

表 2 单通道色块设计数据及其密度测量值
Tab.2 The design data and densities of color targets of four single channels

网点面积率/%	C	M	Y	K
1	0.11	0.083	0.073	0.083
2	0.11	0.097	0.093	0.103
3	0.143	0.113	0.117	0.123
5	0.19	0.17	0.163	0.163
7	0.243	0.193	0.21	0.21
10	0.34	0.26	0.293	0.283
15	0.493	0.36	0.413	0.403

20	0.667	0.473	0.57	0.527
25	0.853	0.613	0.72	0.663
30	1.04	0.723	0.84	0.793
35	1.223	0.837	0.967	0.91
40	1.403	0.933	1.117	1.007
45	1.62	1.1	1.267	1.15
50	1.867	1.31	1.43	1.303
55	1.807	1.263	1.473	1.38
60	1.99	1.377	1.543	1.48
65	1.917	1.54	1.667	1.59
70	2.17	1.643	1.707	1.68
75	2.427	1.71	1.737	1.817
80	2.46	1.857	1.8	1.85
85	2.437	1.937	1.8	1.863
90	2.48	1.987	1.82	1.99
93	2.503	2.023	1.823	2.033
95	2.55	2.04	1.81	2.02
96	2.513	2.027	1.82	2.077
97	2.523	2.073	1.82	2.113
98	2.577	2.08	1.827	2.183
99	2.553	2.093	1.83	2.147
100	2.523	2.087	1.82	2.14

根据测量的数据,对数据进行多项式回归分析,得到网点面积率与密度的拟合曲线,见图 4。

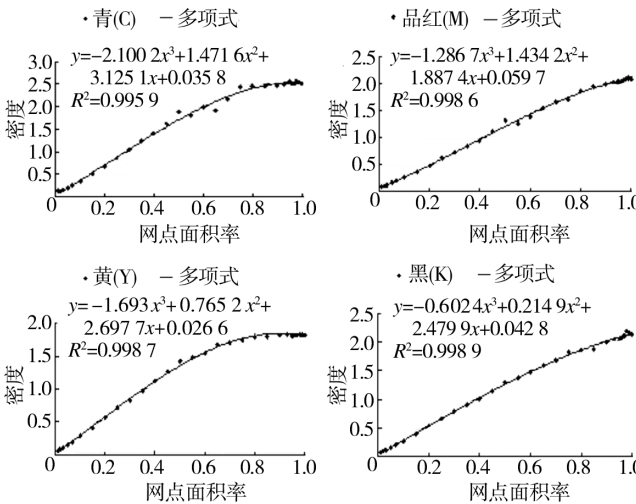


图 4 各通道网点面积率与密度的关系
Fig. 4 Relation between dot area coverage and density of four single channels

从表 2 和图 4 可以看出:

1) 散点分布基本符合三次多项式分布,所以在实验中采用的是三次多项式回归分析法进行曲线拟

合,回归方程见图 4。可以看到可决系数 R^2 的值非常接近 1,说明拟合程度非常好。

2) 在青、品红、黄、黑各色的密度达到饱和状态之前,密度值随墨量的增加而增加,但这种增加并不是无限增大,当密度达到饱和状态后,再继续增加墨量,其密度值基本不再变化了。从图 4 可看出青、品红、黄、黑分别在网点面积率为 75%,85%,70%,93%时,其对应的密度值都已经达到最大,即已经达到饱和密度,网点面积率再增大其密度值已不再有明显的增加。可以认为,75%,85%,70%,93%分别为青、品红、黄、黑的最大墨量值。

表 3 墨量控制后混合通道的测量数据

Tab.3 The measurement data of compound channel after ink metering control

网点面积率/%	密度值	网点面积率/%	密度值	网点面积率/%	密度值	网点面积率/%	密度值
56.43	0.727	92.3	1.22	130	1.71	164	2.013
57	0.857	94.6	1.36	130	1.83	167	1.983
59.3	0.933	95.76	1.56	132	1.66	168	1.88
59.85	0.783	97.5	1.40	133	1.7	169	1.90
62.13	0.99	97.5	1.41	135	1.69	171	1.96
62.7	0.857	98	1.60	136	1.88	173	2.02
64.98	0.873	100	1.58	138	1.80	176	2.06
66.1	1.067	103	1.58	139	1.93	178	2.07
66.1	1.067	103	1.6	141	1.79	182	2.12
68.4	0.927	103	1.48	141	1.83	182	2.07
68	1.10	106	1.49	144	1.84	187	2.1
70.7	1.16	107	1.68	144	1.87	192	2.11
75.2	1.04	109	1.50	147	1.86	194	2.08
75.2	1.203	109	1.637	147	1.91	196	2.10
76.9	1.04	112	1.67	149	1.79	198	2.12
77.5	1.25	115	1.53	149	1.95	203	2.00
79.8	1.33	116	1.69	152	1.79	205	2.05
80.37	1.09	118	1.64	153	1.98	207	2.12
82.1	1.33	121	1.78	156	1.78	212	2.12
83.8	1.14	121	1.68	156	2.04	214	2.08
86	1.26	124	1.68	158	2.0	2.16	1.96
86.6	1.39	124	1.84	159	1.87	219	1.93
88.9	1.25	126	1.77	161	1.94	223	2.01
88.9	1.47	127	1.867	162	1.88	226	2.147
91.2	1.46	127	1.87	164	1.87	228	2.02

墨量控制后混合通道网点面积率与密度关系见图 5。

从表 3 和图 5 可以得出以下结论:

1) 多项式回归方程见图 5,可决系数达到0.955 1,说明曲线的拟合程度非常高。

3 实验验证

3.1 总墨量限值

为了实现墨量的控制,做了以下处理,由于在实验开始时设置的总墨量为 400,而未进行墨量控制直接打印后,由测量数据以及作图中得出其饱和密度对应的墨量约为 228,是墨量控制前的 57%。现对每个色块的总墨量进行处理,使其值为原来墨量值的 57%;然后再次对色块进行打印测量并进行回归分析,数据拟合见表 3。

2) 对混合通道的墨量进行控制后,密度与网点面积率基本成递增关系,网点面积达到最大时,密度也基本达到饱和密度,说明混合通道墨量得到了较好的控制,找到了墨量的最大值。

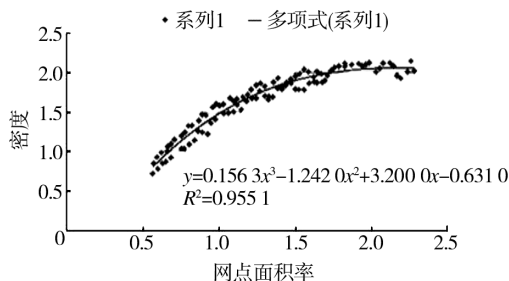


图 5 混合通道网点面积率与密度的关系
Fig. 5 Relation between dot area coverage and density of compound channel

3.2 单通道墨量限值

根据实验结果及分析,发现青、品红、黄、黑分别

在网点面积率为 75%,85%,70%,93%时,其对应的密度值都已经达到最大。现对单通道的墨量进行处理,使得青每个色块墨量值为原来墨量值的 75%,品红每个色块墨量值为原来墨量值的 85%,黄每个色块墨量值为原来墨量值的 70%,黑每个色块墨量值为原来墨量值的 93%,然后再次对色块进行打印测量并进行回归分析,数据拟合见表 4。

各通道网点面积率与密度关系见图 6。

从图 6 可以得出以下结论:

1) 青(C)品(M)黄(Y)黑(K)色块所拟合得到的多项式回归方程见图 6,可决系数达到 0.99 以上,说明曲线的拟合程度非常高,即试验验证的可信度很高。

表 4 墨量控制后单通道的测量数据

Tab.4 The measurement data of four single channels after ink metering control

C		M		Y		K	
网点面积率/%	密度值	网点面积率/%	密度值	网点面积率/%	密度值	网点面积率/%	密度值
0.75	0.087	0.85	0.07	0.7	0.06	0.93	0.08
1.50	0.1	1.7	0.08	1.4	0.08	1.86	0.103
2.25	0.12	2.55	0.107	2.1	0.087	2.79	0.117
3.75	0.16	4.25	0.137	3.5	0.12	4.65	0.16
5.25	1.933	5.95	0.17	4.9	0.15	6.51	0.2
7.50	0.253	8.5	0.22	7	0.203	9.3	0.26
11.25	0.38	12.75	0.317	10.5	0.293	13.95	0.37
15.00	0.48	17	0.4	14	0.397	18.6	0.49
18.75	0.61	21.3	0.53	17.5	0.503	23.3	0.647
22.50	0.737	25.5	0.637	21	0.617	27.9	0.787
26.25	0.877	29.8	0.73	24.5	0.727	32.6	0.933
30	1.04	34	0.82	28	0.83	37.2	1.06
33.75	1.187	38.25	0.96	31.5	0.957	41.85	1.177
37.5	1.253	42.5	1.033	35	1.06	46.5	1.297
41.25	1.32	46.75	1.09	38.5	1.127	51.15	1.433
45	1.49	51	1.21	42	1.2	55.8	1.52
48.75	1.79	55.25	1.383	45.5	1.363	60.45	1.653
52.5	1.73	59.5	1.383	49	1.483	65	1.73
56.25	1.66	63.8	1.35	52.5	1.517	69.8	1.78
60	1.82	68	1.56	56	1.553	74	1.81
63.75	2.07	72.25	1.623	59.5	1.593	79.1	1.87
67.5	2.113	76.5	1.747	63	1.567	83.7	1.91
69.75	2.12	79.05	1.74	65.1	1.633	86.49	1.933
71.25	2.053	80.75	1.703	66.5	1.657	88.35	1.91
72	2.037	81.6	1.787	67.2	1.657	89.28	1.997
72.75	2.11	82.45	1.863	67.9	1.65	90.21	1.883
73.5	2.09	83.3	1.813	68.6	1.65	91.14	2.023
74.25	2.01	84.15	1.817	69.3	1.697	92.07	20.23
75	2.207	85	1.78	70	1.73	93	2.01

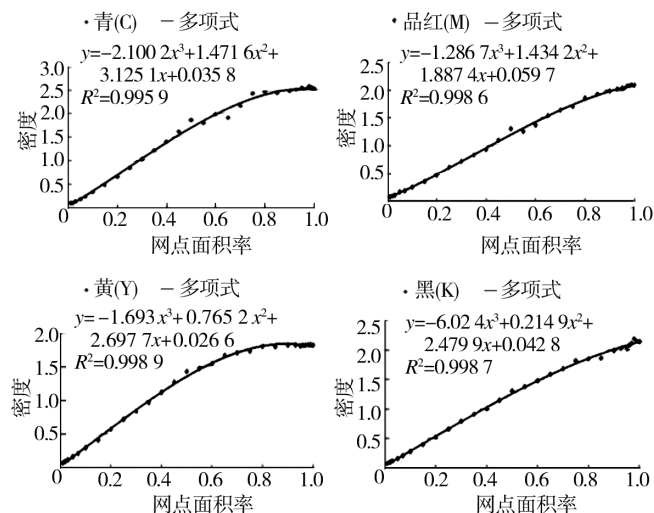


图6 单通道网点面积率与密度的关系

Fig. 6 Relation between dot area coverage and density of four single channels

2) 对单通道墨量进行控制后,密度与网点面积率基本成递增关系,网点面积达到最大时,密度也基本达到饱和密度,说明单通道墨量的得到了较好的控制,找到了墨量的最大值。

4 结论

在实验过程中以饱和密度对应的网点面积率作为墨量的最大值,从单通道油墨密度与网点面积率的关系中发现,黄色油墨在墨量控制后仍有饱和密度出

现,可能是由于人为测量引起误差而导致的结果,与研究方法的可行性无关。研究方法表明:在喷墨打印输出设备进行线性化时,可以通过密度准确地对油墨量进行调节控制,达到以最少墨量产生最佳印刷效果的目的。

参考文献:

- [1] 汪丽霞,叶辉. 基于 EFI+Colorproof+XF+40 的数码打样色彩管理[J]. 广东印刷,2010(2):24-28.
- [2] 田洪港. EFI Colorproof 数字打样系统定标及色彩校正流程[J]. 印刷杂志,2006(2):52-55.
- [3] 胡蕾,王金乐. 数字打印机基础线性化参数设置分析[J]. 今日印刷,2007(8):45-47.
- [4] 张岩. 基于 EFI Colorproof XF3.0 的数码打样色彩管理实施方法[J]. 印刷世界,2008(8):19-22.
- [5] 李小东,龚修端,陈路. 喷墨打印机参数设定及质量控制分析[J]. 数码印刷,2009(9):63-65.
- [6] 郑允,宋兵. 包装印刷墨层厚度与密度的关系[J]. 包装工程,2004,25(3):161-163.
- [7] 任立娟,成刚虎. 油墨量对油墨密度的影响[J]. 今日印刷,2004(12):80-82.
- [8] 王学美,唐万有,陈婧. 墨层厚度与实地密度关系的研究[J]. 包装工程,2009,30(3):93-95.
- [9] 李茂,张海燕. 墨层厚度与实地密度关系数学建模[J]. 包装工程,2007,28(10):121-131.
- [10] 孙向军. 数码打样工艺参数研究[D]. 西安:西安理工大学,2008.
- [1] 李诗龙. XF12 型旋盖机的设计[J]. 包装工程,2000,21(3):24-26.
- [2] 侯成仁,崔海徽,梁庆华. 基于运动约束的高速旋盖机设计及其凸轮分析[J]. 机械制造,2004,42(7):35-37.
- [3] 刘守谦. 连续回转式柠盖机的创新设计[J]. 包装与食品机械,2011,32(1):47-50.
- [4] 郭敬孙,刘同年. 包装机械应用技术[M]. 上海:上海市包装技术协会,1987.
- [5] 哈尔滨工业大学理论力学教研室. 理论力学(1)[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [6] 张聪. 自动化食品包装机[M]. 广州:广东科技出版社,2003.
- [7] 高德. 包装机械设计[M]. 北京:化工工业出版社,2005.
- [8] 王毅. 小瓶旋盖机扭盖失效原因分析[J]. 中国设备工程,2002(10):47.

(上接第 10 页)

一直是影响包装质量和效率的重大问题,笔者通过理论与实验相结合的方法,对旋盖失效问题进行了分析,提出了解决旋盖失效问题的创新性方案,可以通过此方案来解决以往单一机械半自动化装置控制精度不高,操作性不好,经济性差的缺陷,最终实现高可靠性、强适应性地旋盖。该方案已经在企业得以实现与应用,并取得了很好的技术与经济效益,因此,此方案对解决旋盖失效问题以及旋盖机的创新设计有着重要的意义。