

喷墨打印机参数设定及质量控制分析

作者：李小东等

【内容提要】1.喷墨打印中，墨量与输出样张 C、M、Y、K 四色实地密度拟合成多项式关系。2.在 γ 的取值范围内， γ 对印刷特性曲线和印刷反差的影响比较明显，有确定的规律。对原稿进行复制时，可通过 γ 与 K 的函数关系确定喷墨打印输出的 γ 值。

本文对喷墨打印机的参数进行设定分析，并通过实验分析影响喷墨印刷质量的因素。如墨量与实地密度图像处理， γ 与相对反差、网点增大的关系。有利于规范喷墨印刷工艺，提高生产效率，并为数字印刷的标准化提供理论和实践基础。

实验条件

喷墨打印设备：Epson Stylus

Pro7600 大幅面喷墨打印机（A1 幅面，最高分辨率为 2800dpi×1400dpi，墨滴尺寸最小为 4pL 喷墨印刷，最快打印速度可达 11.8m²/h）。

数码打样软件：Best Color 数码打样软件。

材料：Epson 原装世纪虹彩墨水和 187g/m² 经济照片纸。

样张测量工具：X-Rite528 密度计（D65 光源，10° 视场，孔径为 3.4mm，测量密度精度为 0.0001，网点面积率精度为 0.1%）。

喷墨打印机参数的设定

1.线性化校正

单通道墨量控制是在 Epson Stylus

Pro7600 喷墨打印机基础线性化校正时进行设定。经过线性化校正的喷墨打印设备能自动设定墨水限量。其操作界面如图 1 所示。

图 1 线性化和墨量设置操作界面

m 的数学模型如下：

$$Ds=a_0+a_1m+a_2m^2+a_3m^3+a_4m^4$$

（其中 a_0 、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 为常数）(1)

态之前印刷设备，实地密度值随墨量的增加而增加，当实地密度达到饱和状态后，实地密度值的变化就不再显著了。

2. γ 的设定

伽玛值（ γ ）的设定是 ICC Profile 特性文件生成过程中的一部分。在 Best

Color 数码打样软件中进行色彩管理时设置， γ 的变化会带来亮度的变化从而影响相对反差值 K。当系统 γ 高时，图像暗调丰富；反之，则亮调丰富。而单独改变某个通道的 γ ，则会带来色调的变化，如图 2 所示。

$$\gamma=1.0$$

Source	Output
R 80%	R 57%
G 20%	G 0%
B 20%	B 0% 可变数据印刷



$\gamma=2.5$
 Source Output
 R 80% R 80%
 G 20% G 20%
 B 20% B 20%

图 2 伽玛值校正图例、界面及其曲线

喷墨打印输出的 γ 与相对反差 K 的数学关系如下:

$$K=g/(1+fed \gamma)(2)$$

其中 g 、 f 、 d 为常数, 且 $f>0$, $d<0$ 。

喷墨打印机输出参数对质量的影响分析

首先对喷墨打印机进行基础线性校正, 使之达到标准输出状态。其目的是对喷墨打印机做线性化调整并确定各个原色、叠印色实地块的最大墨量。

1. 样张设计

样张设计如图 3 所示, 其中:

图 3 样张设计图

各级标定网点面积率分别为: 100%、90%、80%、70%、60%、50%、40%、30%、20%、10%、5%、3%、2%、1%、0 共 15 级;

(2)C、M、Y、K、R、G、B 各色 100%、75%、50%、25% 的梯级共 4 级;

(3)普通连续调图像, 用于判断样张的整体阶调再现质量在视觉上的评价。

2. 墨量与实地密度的关系

正常启动 Epson Stylus Pro7600 喷墨打印机和 Best

Color 数码打样色彩管理软件版式设计, 对打印机基础线性化时, 保证其他参数不变, 仅改变墨量输出样张(操作界面见图 1)。墨量依次为: 100%、90%、80%、70%、60%、50%、40%、30%、20%、10%, 测量不同墨量下四单色的实地密度。

情况下, 得到不同墨量输出样张的 C、M、Y、K 四色实地密度。然后对实验数据进行多项式回归分析, 得到四色实地变化的回归曲线, 如图 4 所示。从图 4 中可以看出: 当 C 的实地密度在 90%~100% 墨量时趋于饱和, 继续增加墨量, 其实地密度增大不明显; M 的实地密度一直处于递增趋势; Y 的实地密度随墨量的增加而缓慢增加; K 的实地密度在 90% 以上墨量时开始增加缓慢。

图 4 墨量与实地密度关系曲线

可通过判断四色梯尺密度来选择墨量, 实现用尽可能少的墨量获得尽可能大的颜色密度印刷工艺, 以节约油墨。

3. γ 与相对反差的关系

正常启动 Epson Stylus Pro7600 喷墨打印机和 Best

Color 数码打样色彩管理软件。在打印机基础线性化校正后, 设定墨量为最大值, 保持其他参数不变的情况下, 改变 γ (范围为 0~10), 输出样张。其中 γ 分别设为 0、1、2、3、4、5 以及默认值。

梯尺各梯级密度, 测量输出样张四色梯尺的各级密度, 根据四色梯尺标定网点面积,



生成不同 γ 下各色梯尺的印刷特性曲线。对数据用非线性回归分析法处理，首先生成不同 γ 下四单色印刷特性曲线，如图 5 所示。

图 5 γ 与 K 的关系

由图 5 可知， γ 主要影响四色印刷特性曲线的中间部分，曲线的两端点几乎没有变化。 $\gamma < 1$ 时，暗调层次压缩严重； $\gamma > 4$ 时整个阶调开始严重压缩，黑色的印刷特性曲线压缩最严重；而系统提供的默认 γ 与 $\gamma = 3$ 时输出的样张的阶调输出结果很接近。说明当 $\gamma = 3$ 时，设备能很好地复制原稿。而在原稿阶调反差大，即原稿效果模糊的情况下，想要使输出样张的反差合适，就该在 $2 < \gamma < 4$ 之间取值。

样张。然而不同特征的原稿，实际印刷输出时，应分析其特征，根据 γ 对印刷特性曲线的影响规律来调整 γ ，从而使复制效果更理想。

通过 γ 与 K 的关系得出：在 γ 的取值范围内， γ 越大，K 也越大，逐渐趋于 1。且 γ 与 K 呈皮尔曲线关系。

C、M、Y、K 四色相对反差 K 随着 γ 的增加，先是增加缓慢，在 γ 为 1.5~3.5 之间时，四色的相对反差都增加很快，几乎成直线递增，而 $\gamma > 3.5$ 时油墨，四色相对反差随 γ 的增加而缓慢增加，逐渐趋近于 1。得出的 γ 与 K 的关系表达式在实际引用中，可根据所需的 K 推算出 γ ，从而控制输出参数的设置，更好地复制原稿。

4. 网点增大

取用默认的喷墨打印机基础线性化特性文件来输出样张字库，对各梯级单色色块进行测量。通过测量，得到四色梯尺各级实际输出网点面积率，对数据进行多项式拟合得到网点增大曲线，如图 6 所示。

大呈抛物线关系；增大的峰值都在 40%~60% 之间的中间调；K 的网点增大最大，最大值达 30%；M 的色网点增大次之油墨，最大值达 25%；C 的扩大峰值为 24%；Y 的在 22% 左右。

图 6 网点与网点增大的关系

网点边缘的光散射现象，此外还有纸张和油墨适性的影响。因此除了可通过使用较高质量的纸张和墨水来印刷，或减少墨量来补偿网点增大，通过数据补偿也是很有效的方法。通过网点增大补偿曲线，就可以在喷墨打印输出样张前对图像数据进行数据补偿数码印刷，使阶调得以更好实现。

结论

以 Epson Stylus Pro7600 喷墨打印机为研究对象，通过实验分析了输出参数中墨量、 γ 与实地密度、相对反差、网点增大的关系，具体如下：

1. 喷墨打印中，墨量与输出样张 C、M、Y、K 四色实地密度拟合成多项式关系。
2. 在 γ 的取值范围内， γ 对印刷特性曲线和印刷反差的影响比较明显，有确定的规律。对原稿进行复制时，可通过 γ 与 K 的函数关系确定喷墨打印输出的 γ 值。阶调增大最大；黑色网点增大最大，达到 30%。

