

也论高精细印刷——对丁一先生译文的几点看法

作者：侯克杰

【内容提要】细读《印刷技术—出版及商业印刷》2006年11月刊，丁一先生编译的《高精细印刷》一文，笔者收益颇多。丁先生是业界德高望重的专家，能够拜读丁先生的译文，领教先生对印刷新技术的论述，实是一件幸事。

细读《印刷技术—出版及商业印刷》2006年11月刊，丁一先生编译的《高精细印刷》一文，笔者收益颇多。丁先生是业界德高望重的专家，能够拜读丁先生的译文，领教先生对印刷新技术的论述，实是一件幸事。

丁先生译文中“技术论述”部分的“2.印刷效果”标题下人物，对高精细印刷效果的论述，精炼且准确。文中写到：“高精细印刷近几年已经成为一个技术品牌，并逐渐被印刷企业用于印刷高档产品目录、宣传画、大型挂历、风景画和文物图片等。之所以大力推广高精细印刷，主要有以下几方面的原因：借此宣传印刷商的技术实力；容易看出质量差距，借以谋求拓展业务；增加产品附加价值印刷适性，可以提高印刷收费标准；随着印刷效果逐渐为客户所认可，有助于印刷商增加业务量”。“随着高精细印刷技术的推广，与前几年相比，适用的印刷对象愈来愈多，如皮毛、风景、肌肤打样，以及贵重金属、佛像、手工印艺术品等。以往认为只有汽车和皮毛最适合高精细印刷，现今已经到了可以不限定对象的程度，适应一切市场需求。”这一发展特点，印刷同仁们实在应该细细领会。在此，笔者有3个问题愿与丁先生和同行探讨。

印刷品分辨力影响因素

丁先生译文中“印刷效果”标题下网络出版，具体分析高精细印刷所产生的图像效果时，从光洁的阶调再现、提高分辨力、抑制龟纹、消除玫瑰斑4个小标题指出了高精细印刷的典型特性。指出，“从视觉上看印刷品更加接近连续调照片”。笔者以为这正是印刷品质量优劣的最重要标准。但是，是否因为“提高加网线数，缩小网点面积平版印刷，消除网点的不光洁现象，从而可以获得光洁、清晰的阶调再现”。

笔者谨以为，既然提到“提高加网线数”，想来是指使用调幅加网技术。调幅网点边缘常有的不光洁现象，是由于曝光光源聚焦点形成的。聚焦点的一部分边缘显示在网点边缘上晒版，形成很多外凸。曝光精度越高，聚焦点尺寸越小，边缘凸起越小，网点边缘越光滑。假设高精细加网与常规175线/英寸加网采用相同曝光精度，则网点边缘凸起大小相同。对于高精细网点而言晒版，在相同灰阶条件下，单个网点变小，单位面积内网点数量增加，边缘凸起与理论网点周长的比值加大，边缘凸起程度加大其他，使得网点边缘更加不光洁。事实上，在调控得当的条件下，高精细网点印刷确实比常规175线/英寸印刷更接近连续调照片效果，不过这是因为高精细网点可以得到更高的阶调分辨力，而不是因为网点边缘光洁度的影响。

笔者曾在拙作中引用北京印刷学院冯瑞乾教授的译著《袖珍数字化印刷指南》活动，表述印刷品清晰度的概念。译著阐述：“图像复制系统的总体分辨力是两个独立的特性函数，系统分辨图像细节的能力称为空间分辨力；复制过程中显现阶调或色彩的能力，称为阶调分辨力或色彩分辨力。图像质量是空间分辨力和阶调分辨力的乘积。”笔者以为丁先生译文在标题（1）部分阐述的正是印刷品阶调分辨力的问题，是印刷品清晰度评价的重要指标之一。

高精细调幅网点为何可以提高阶调分辨力呢？由阶调分辨力的定义可以理解为，调幅网点的阶调分辨力北人集团，是网点面积自最小到百分之百的可变化级数，表达式为：
阶调分辨力 = (曝光精度/加网线数)²⁻¹

假定曝光精度为4000dpi，以175线/英寸和350线/英寸相比较。175线/英寸的

阶调分辨力为 521, 350 线/英寸为 130。在 175 线/英寸加网的单位面积中, 可以排列 4 个 350 线/英寸的网点书评, 所以 350 线/英寸在等效面积中阶调分辨力合计为 $130 \times 4 = 520$ 。由于图像电子文件常规以 8 位表示, 最大灰阶数为 $2^8 = 256$ 。在此条件下, 单个网点阶调分辨力高于 256 时成为精度冗余, 并不能发挥效能。如果图像电子文件为 350dpi, 采用 175 线/英寸加网时折页, 以相邻 4 个像素灰阶平均值作为网点灰阶, 最大可用灰阶数为 256。350 线/英寸则以每一网点复制一个像素, 不存在精度冗余的问题, 等效面积中的 520 级灰阶均可利用。以上简述说明, 高精细加网可以获得更高的阶调分辨力数字印刷机, 印刷图像因此显得更细腻柔和。如果印版曝光精度仅达 2800dpi, 届时 350 线/英寸加网则不能获得更高的阶调分辨力, 仅可提高空间分辨力。丁先生译文标题 (3) 中所述正是空间分辨力改变的方式和效果。

丁先生译文中所表述“因为网点小, 图像更细腻, 用放大镜也能看清图像”。笔者以为更细腻的图像效果折页, 是阶调分辨力提高所致。“网点小”似仅改变空间分辨力。空间分辨力提高, 仅可使图像细节表现力提高, 图像看起来更清晰, 并不能使颜色和亮度的变化更细腻柔和, 因为印刷品清晰度和细腻柔和度输纸, 分别受到空间分辨力和阶调分辨力两种独立的颜色特性的影响。之所以锱铢计较二者的差别, 实在因为其中的技术和实际应用效果的不同长期被忽视。借与丁先生商榷的机会再次提出, 希望引起业界同仁的重视, 在探讨选用更适用的新技术时, 能够更合理准确地评价印刷质量。

高精细印刷能否扩大印刷色域

丁先生译文标题“(5) 提高色彩鲜艳度收购, 扩大印刷再现范围”下提出的观点, 也是笔者欲商榷的内容。

首先明确“印刷再现范围”的含义。译文中“印刷再现范围”标题下提到“色彩表现范围”, 笔者以为是表述同样的内容, 即通常习惯所讲的印刷色域范围。笔者在此基础上, 试分析印刷色域范围的影响因素是什么排版, 高精细印刷是否可以扩大印刷色域。

印刷色域范围, 严格意义上是指印刷色域边界上及其以内的全部颜色。以不同颜色模式表述颜色时, 颜色的参数表现为不同量纲。印刷色域范围在大多数情况下是指色域边界。印刷色域边界, 即印刷基色油墨全部使用的组合颜色中, 所能表现的最大色品的 x 、 y 坐标 (CIEYxy) 或最大色度的 a^* 教育, b^* 坐标 (CIELAB) 的连线。连线可以看做是印刷颜色三维空间沿亮度轴的垂直投影, 三维空间的表面在色品二维平面上形成的封闭曲线。很明显, 色域边界的坐标不变, 代表色域范围不变。实际应用中, 常用基色油墨实地印刷色与不同基色实地二次叠印色的坐标连线形成的封闭多边形简单表示印刷色域边界。因为这些颜色不但具有最大色品值当纳利, 且样色制取较为简便。

任何加网线数的调幅网, 以及任何尺寸的调频网, 100% 的网点面积均为实地没有任何差别。实地印刷效果只受油墨、承印物、润版液、印刷压力等影响, 与加网方法无关。换言之, 如上述影响不变油墨, 现有的任何加网方法都不能改变油墨实地的色品或色度指标。从这个意义而言, 高精细印刷, 不能够扩大印刷色域。

那么为什么看起来高精细印刷可以“提高色彩鲜艳度, 扩大印刷再现范围呢?” 笔者猜想, 其中主要原因是误将色域以内颜色的阶调变化当做色域的范围变化。

丁先生译文中“技术课题”部分大族冠华, 选择“网点面积与网点增大的关系”(见图 2) 说明不同加网线数的调幅网点印刷时网点增大量的明显不同。可见, 应用高精细印刷方法, 如果事先没有对胶片或印版 (CTP 工艺) 上的网点进行适当调整, 采用高精细网点印刷的图像, 相对较低加网线数印刷图像供水/润版, 阶调值增量较大, 图像饱和度更高。

提高饱和度具有两个基本特点：

第一，阶调曲线上中调偏暗处成为阶调曲线的拐点，拐点以下阶调区间饱和度阶调曲线斜率增加，饱和度和对比度提高版材，印刷图像更接近连续调图片的效果。但此区间效果的改善，是以拐点以上区间饱和度和对比度的降低为代价的，对于以暗调为主的图像，这种复制效果是不可取的。检测系统及仪器

第二，印刷图像饱和度的提高以亮度降低互为因果。图像的印刷复制中印刷商巡礼，提高油墨覆盖面积，虽然可获得更饱和的颜色，但同时不得不接受亮度降低这一事实。近年来，图像复制领域的很多心理物理学实验结果表明，以视觉感知真实性为目标的图像复制知识产权，亮度对比度一般比饱和度对比度保持更加重要。对于印刷复制而言，相对自然界景物视觉感知颜色空间，或者相对连续调原稿颜色空间，印刷颜色空间较显狭小。在印刷颜色空间，必须在颜色亮度和饱和度之间 EPI，进行优化的折中调控，使印刷复制图像得到相对最佳的视觉感知效果。丁先生译文中提及的“提高色彩的纯度”及颜色“获得鲜艳的再现效果”，可以这样理解，如果该颜色位于印刷色域以外，高精度印刷因不能扩大印刷色域，无法实现所述效果。如果该颜色位于印刷色域以内，应该是颜色的亮度和饱和度同时提高的效果，至少是饱和度不变亮度提高的结果。如果不对原稿电子文件进行适当调整，高精度印刷不能同时提高颜色的亮度和饱和度，所以不能实现以上效果。这些效果只能应用高保真彩色印刷技术才能够实现。其实橡胶制品，高精度印刷得到的饱和度阶调线性，在常规 175 线/英寸印刷时，通过调整阶调曲线，很容易实现。但人们一直并没有使用这种调整方法，就是因为这样的阶调线性并不是优质产品所采用的。平装无线胶订联动线装机量调查

综上所述利通，高精度印刷，不能扩大印刷色域，不能同时提高印刷颜色亮度和饱和度，因此，并不能“提高色彩的纯度政策法规，不能在 4 色制版印刷中，对于色彩中的绿、橙、紫等补色类，获得鲜艳的再现效果”。如果与常规印刷相比，印刷色域以内颜色饱和度过度增加，应当是高精度印刷阶调线性调控失当所致上海电气，是问题而不是优势。

关于高精度印刷阶调线性调控，译文中“技术论述”部分的“主流加网线数”标题下，已经提出“要进行适应高精度印刷的亮调和暗调的网点阶调管理”，笔者十分赞同。但是，对于紧接其后提出的“印刷一定要用 8 色印刷机”的要求排版，笔者颇感困惑，屡思不得其解。四色印刷使用高精度加网技术，何故一定要使用 8 色印刷机？只有高保真彩色印刷，因为增加了新的基色油墨，才需要更多的印刷机组设备维护与保养，在一次印刷过程中完成全部基色的叠印。联想到文章中数处提及提高色彩纯度，提高色彩鲜艳度，扩大印刷再现范围等，这些效果只能由高保真印刷技术完成。笔者记得数年前丁先生曾撰写专文论述高保真印刷技术，由此笔者冒昧揣测 PS 版，丁先生在论述高精度印刷时，暗含介绍了高保真印刷的内容。

调频网印刷的网点相叠问题

丁先生译文中“开拓新思路”部分的“引进调频加网完成高精度印刷”标题下，提及“因为调频加网不存在网线角度，所以不会发生龟纹和断线，因为没有网点相叠问题印刷工艺，不会出现玫瑰斑点”。调频加网不存在网线角度，不会发生龟纹和断线，这一论述是十分正确的。但是，调频加网是否没有网点相叠问题，却是值得商榷的。

印刷复制方法输纸，何以能够以四色油墨，生成五彩缤纷的颜色？皆因各色油墨以不同比例组合印刷实现。基色油墨单独印刷，习惯称为一次色，表示一种色相角度的颜色；两种基色油墨叠印，称为二次色色彩，各色油墨以不同比例，可形成除以上四基色以外的所有色相角度的颜色，一次色和二次色表示印刷颜色中的彩色成分。3 种或 4 种基色油墨同时印刷生成的颜色中则包括中性灰成分和彩色成分，二者的比例，取决于基色油墨的比例。理论上讲设备，四色印刷可以构成 1 亿种颜色，而实际印刷色域最多能包含几百万种颜色。印

刷墨层在承印物表面以两种方式存在，并列和叠印。并列墨层间隙小于人眼感知分辨力时，等效于单一色源。由于油墨成分中的各种颗粒在入射光作用下可能产生谐振等影响，因此书刊印刷，同色的墨层，并列比叠印具有更好的颜色感知效果。

对于胶印工艺，墨层厚度相对不变，印刷颜色的浓淡，取决于油墨覆盖面积的大小，即网点面积的大小。当油墨网点面积增大到一定尺寸（调幅网点），或者网点数量达到一定水平（调频网点）后，印刷中必然形成墨层的叠印。根据材料的不同，承印物单位面积上油墨覆盖可能达到 300%，甚至更高。没有叠印纸箱纸盒，油墨放置在什么地方？没有足够数量的油墨覆盖面积，如何能够表现印刷色域范围内的数百万种颜色？调频网印刷同样遵循印刷油墨的显色原理，所以同样存在不同基色油墨网点相叠的现象，分析如此，实际观察结果亦如此。

另外，丁先生译文中给出了“加网线数与网点直径大小对应表，见表 1(译文中)”。笔者假定表中网点为纯正方形网点，以下述公式试算网点边长（单位为 μm ）：

$$\text{网点边长 (a)} = [(25400/\text{加网线数})^2 \times A\%]^{1/2}$$

上式中 A% 表示相应的网点面积。试算结果，175 线/英寸列中，除了 45% 所在行的 93.4 以，其余均可符合表中数值。以上述公式计算，此值应为 97.3。不知是笔者以上应用的公式不当，还是译文表 1 中此数值有误？

丁一先生和本文作者都是业界公认的专家，近年，针对“高精度印刷”和“高保真印刷”加网，在本刊发表过许多文章。编者有感与本文作者与丁一先生就“高精度印刷”进行的一些深入探讨，更确切地说，是对丁一先生译文中一些技术概念的商榷。其实，内容已不重要，重要的是这种学风和这种精神数码印刷，值得我们学习。

杂志本身是一个交流的平台，它不仅可以传播信息和技术，更希望广大关注印刷技术的读者，参与新技术的讨论中，将您的观点与更多的同行分享。