

广东省印刷复制业协会团体标准

T/GDPRA 001—2024

印刷流程控制的色调值（CTV）计算 及应用要求

Requirements for calculation and application of Colour Tone Value (CTV)

in print workflow

2024-01-04 发布

2024-01-04 实施

广东省印刷复制业协会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 色调值(CTV)计算 2

 4.1 计算方法 2

 4.2 操作流程 2

5 色调值(CTV)应用要求 3

 5.1 总则 3

 5.2 允差 3

 5.3 印刷条件要求 3

参考文献 5

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省印刷复制业协会提出并归口。

本文件起草单位：香港印刷科技研究中心有限公司、香港印刷业商会、深圳职业技术大学、广东东莞市质量监督检查中心、深圳市裕同包装科技股份有限公司、鹤山雅图仕印刷有限公司、东莞金杯印刷有限公司、深圳市印刷行业协会、深圳劲嘉集团股份有限公司、东莞斯道拉恩索正元包装有限公司、中山市建斌职业技术学校、广东启博智能科技有限公司、珠海市豪迈实业有限公司、广东省印刷复制业协会、华新（佛山）彩色印刷有限公司、澳门印刷业商会、深圳市新宏泽科技有限公司、上海泛彩图像设备有限公司、澳门华辉印刷有限公司。

本文件主要起草人：彭安琪、林冬南、张旭亮、陈春霞、梁勇军、邓国康、杨国伟、刘霞、李静、覃盛、李洪波、孙春鹏、贾希、李炯、俞宏明、周绍湘、余军、郭森、陈秀兰、陈均、王利婕、胡桂绵、苏小燕、邓自清、邓海泉、招刚、郭雪洋、蓝赞。

引 言

专色色调值 (Spot Colour Tone Value, SCTV) 校正方法在 ISO 20654 中应用于专色印刷, 香港印刷科技研究中心有限公司将之研究应用于四色印刷, 并进行了多次测试, 形成色调值 (Colour Tone Value, CTV) 校正方法。

本文件规定了印刷流程中 CTV 计算方法及应用, 用于计算和评估印刷流程中的颜色。目前 ISO 10128 和正在更新的 ISO 12647-2 亦定义 CTV 为其中一个印刷校正方法。本文件中的印刷色定义即是 CMYK 四色原色。CTV 是以基于光谱数据获得的色度值进行计算, 使 0%~100% 之间产生近似均匀的色调视觉间隔。

印刷阶调是使用基于 ISO 状态密度测量的标准印刷色调方法测量的, 密度可以反映印刷机状态对网点的变化, 然而, 密度不能容易监控颜色。因此, 需要一种新的计算和确定标准, 以更均匀的方式量化印刷色色调。

CTV 是基于光谱数据计算, 应用范围广泛, 包括:

- 不同印刷方式, 如: 胶印、柔印、凹版、数字印刷;
- 不同印刷承印物, 如: 纸张、薄膜;
- 不同种类油墨, 如: 胶印油墨、UV 油墨、水性油墨;
- 不同印刷输出设定, 如: AM 调幅网、FM 调频网、混合网。

CTV 亦比较容易掌握, 因为与传统印刷控制一样, 生产人员直接监控印刷网点变化, 并同时监控颜色。

继美国的灰平衡和欧洲的密度印刷校正方法, 期望 CTV 能够成为中国印刷业界的主流印刷校正方法, 从而提升中国印刷业在国际上的地位。

印刷流程控制的色调值（CTV）计算及应用要求

1 范围

本文件规定了印刷流程控制的色调值（CTV）的计算方法、操作流程，给出了色调值应用的相关要求。

本文件适用于承印物为涂布白卡纸和灰底白纸板的传统印刷方式，此标准将来更扩展至其他常用纸张，包括铜版纸、双胶纸等等

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 17934.2—2021 印刷技术 网目调分色版、样张和生产印刷品的加工过程控制 第2部分：平版胶印（ISO 12647-2:2013，IDT）

GB/T 41467—2022 印刷技术 专色阶调值的测量与计算（ISO 20654:2017，IDT）

GB/T 19437—2004 印刷图像的光谱测量和色度计算（ISO 13655:1996，IDT）

GB/T 10335.3—2018 涂布纸和纸板 涂布白卡板

GB/T 10335.4—2017 涂布纸和纸板 涂布白板板

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

色调值 Colour Tone Value

CTV

描述印刷原色油墨网目阶调外观的值。

3.2

阶调值 tone value

图像阶调的数值亮度。在印刷复制技术中，常以网点覆盖率表示。

[来源：GB/T 9851.2—2008，2.9.2]

3.3

Δ CTV

测量色调值（3.1）与目标色调值（3.1）之间的差。

3.4

校准 calibration

将实际测量值标定为目标值的过程。

4 色调值(CTV)计算

4.1 计算方法

印刷色的中间色调值 (CTV) 的定义为一个由三个“值”组合而成、相对于承印物的度量值, 归化到承印物 (0%) 和印刷色油墨实地 (100%) 之间, 如公式 (1) 所示:

$$CTV = 100 \times \sqrt{\frac{(V_{xt}-V_{xp})^2 + (V_{yt}-V_{yp})^2 + (V_{zt}-V_{zp})^2}{(V_{xs}-V_{xp})^2 + (V_{ys}-V_{yp})^2 + (V_{zs}-V_{zp})^2}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

V_{xs} 、 V_{ys} 、 V_{zs} ——印刷色油墨实地计算的 V_x 、 V_y 、 V_z 值;

V_{xp} 、 V_{yp} 、 V_{zp} ——承印物计算的 V_x 、 V_y 、 V_z 值;

V_{xt} 、 V_{yt} 、 V_{zt} ——印刷色调计算的 V_x 、 V_y 、 V_z 值。

该三个“值”是由类似于 CIEL* 的函数形式定义的, 如公式 (2)~公式 (6) 所示:

$$V_x = f\left(\frac{X}{X_n}\right) \times 116 - 16 \dots\dots\dots (2)$$

$$V_y = f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \times 116 - 16 \dots\dots\dots (3)$$

$$V_z = f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \times 116 - 16 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

X 、 Y 、 Z ——按照 ISO 13655 规定计算出的三刺激值;

X_n 、 Y_n 、 Z_n ——所选观色光源和观察者的三刺激值, 按照 ISO 13655 的规定, 对于印刷行业应用, 通常是 D_{50} 。

其中:

$$f(u) = (u)^{\frac{1}{3}}, \text{ 如果 } u > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \dots\dots\dots (5)$$

$$f(u) = \left(\frac{841}{108}\right) \cdot (u) + \left(\frac{4}{29}\right), \text{ 如果 } u \leq \left(\frac{6}{29}\right)^3 \dots\dots\dots (6)$$

与 ISO 13655 中定义的 CIELAB 推导的表达式相同。

从光谱反射率测量计算印刷的色调值 CTV 应按如下方式进行:

步骤 1: 测量承印物的光谱反射系数 ($R_{\lambda p\lambda}$)、印刷色完全覆盖的纯色 ($R_{\lambda s\lambda}$) 和印刷色油墨色调 ($R_{\lambda t\lambda}$), 选择或测量基于印刷观色光源的光谱功率分布。对于印刷行业, 观色光源通常是 D_{50} 。

步骤 2: 对于每一个测量值, 依据 ISO 13655 规定计算 X 、 Y 、 Z , 得到:

X_s 、 Y_s 、 Z_s ——印刷色油墨实地的 X 、 Y 、 Z 值;

X_p 、 Y_p 、 Z_p ——承印物的 X 、 Y 、 Z 值;

X_t 、 Y_t 、 Z_t ——印刷色调值的 X 、 Y 、 Z 值。

对于某些场合, 使用分光光度仪测量的 X 、 Y 和 Z 是合适的。

步骤 3: 将三刺激值代入公式 (2)~公式 (4) 计算得到 V_{xs} 、 V_{ys} 、 V_{zs} 、 V_{xp} 、 V_{yp} 、 V_{zp} 、 V_{xt} 、 V_{yt} 、 V_{zt} 值, 再将这些值代入公式 (1) 得到 CTV。

4.2 操作流程

4.2.1 检查操作系统、输出系统和印刷系统。

4.2.2 校正并输出线性印版。

- 4.2.3 印制测试印张，调整 CMYK 实地油墨墨量，达至要求的 Lab 值。
- 4.2.4 测量阶调目标图，测量网点的颜色数值。
- 4.2.5 计算 CTV 印版补偿曲线。
- 4.2.6 应用新的 CTV 印版补偿曲线输出印版及进行印刷。
- 4.2.7 检查印张网点，验证校正效果。

5 色调值（CTV）应用要求

5.1 总则

以 CTV 计算结果进行印刷控制，如要达到最佳的效果，将 Δ CTV 的目标值设定为零，这样能得到近似视觉上统一的印刷色调。

5.2 允差

在可能的情况下，应使用更严格的允差，并应避免在整个色调范围内出现色彩方向或色调误差的巨大变化。

在评估印刷品时，印刷色差必须考虑到正确的四舍五入。基本规则是，计算出的变化和偏差应四舍五入到给定公差的精度，表 1 中的印刷色差数值四舍五入到一位小数，并且表 1 所示的允差应适用于所有类别的参考印刷条件，并适用于使用白背衬(WB)进行测量的情况。

表 1 印刷色差和色调值差（ Δ CTV）要求

印刷色差要求		
色别	ΔE_{00} 偏离允差	ΔE_{00} 波动允差
黑色	≤ 5.0	≤ 4.0
青色	≤ 3.5	≤ 2.8
品红色	≤ 3.5	≤ 2.8
黄色	≤ 3.5	≤ 3.5
色调值差（ Δ CTV）要求		
色调范围	色调值偏离允差	色调值波动允差
0%~100%	± 3	± 3
CTV 最大中间色调增加(CMY)	≤ 5	≤ 5
注：偏离允差是指目标值与首签样测量值之间的允许误差；波动允差是指印刷样测量值与首签样测量值之间的允许误差。		

5.3 印刷条件要求

本文件定义了一系列参考印刷条件，包括主要工艺参数和相应印刷输出的测量值。印刷条件的目的是提供参考，使用户能够在同一印刷机上制作出与其他印刷机一致的印刷品，并具有较高的可重复性。它们是印刷机特性数据（以及间接的ICC特性文件）的基础，可用于制作色彩样张以传达预期色彩。涂布白卡纸和灰底白板印刷条件见表2。

- 所有数值均针对所标示的测量条件。
- 颜色目标值是针对白背衬(WB)而给出的。

- 颜色和色调值的测量以及色度计算均符合 GB/T 19437—2004 的规定（0° :45° 或 45° :0° 几何形状，色度计算基于 D₅₀ 和 2° 观察者），测量模式 M1。
- 叠印数值仅供参考。

表2 印刷条件要求

印刷条件			涂布白卡纸				灰底白纸板			
共同要求	用途		单张纸平版印刷 热固型轮转平版印刷				单张纸平版印刷			
	承印物	光泽度	30%~80%				30%~60%			
		荧光	轻微~低（0~8）				轻微~低（0~8）			
		L^* 、 a^* 、 b^*	95	1	-1	89	1	-3		
		L^* 、 a^* 、 b^* 允差	±3	±2	±2	±3	±2	±2		
	颜色目标（ L^* 、 a^* 、 b^* ）	黑色	14	0	0	15	1	1		
		青色	54	-35	-51	53	-33	-48		
		品红色	48	75	-2	44	71	-2		
		黄色	88	-3	93	84	-7	88		
		红色（M+Y）	49	69	48	44	66	43		
		绿色（C+Y）	47	-65	20	47	-65	25		
蓝色（C+M）		23	21	-46	21	22	-42			
实地（C+M+Y）		22	-1	0	20	0	1			
ΔCTV	色调范围	黑色	青色	品红色	黄色	黑色	青色	品红色	黄色	
	25%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	50%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	75%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
注 1：颜色和色调值的测量以及色度计算均符合 GB/T 19437—2004 的规定（0° :45° 或 45° :0° 几何形状，色度计算基于 D ₅₀ 和 2° 观察者），测量模式 M1；										
注 2：测量背衬为白背衬(WB)。										
注 3：以上数据是根据 GB/T 30329.1—2013 油墨要求										

参 考 文 献

[1]ISO 5-2:2009, Photography and graphic technology — Density measurements — Part 2: Geometric conditions for transmittance density

[2]ISO 20654:2017 Graphic technology — Measurement and calculation of spot colour tone value

[3]ISO 13655:2017 Graphic technology — Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images

[4] ISO 12647-2:2013 Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes
