

# 《油墨配色技术与质量控制》

出品单位：3nh 广东三恩时

## 一、引言：油墨配色技术的发展趋势

油墨配色是根据原稿颜色需求与印刷工艺标准，将基础油墨按比例混合调配成专色油墨的核心环节。随着色度学与计算机技术的融合，油墨计算机配色技术已逐步替代传统人工配色，成为提升配色精度、稳定印刷质量的关键手段，在包装、出版、工业印刷等领域应用广泛。

## 二、油墨计算机配色核心原理

油墨计算机配色以色度学理论为基础，通过“基础颜色模型 + 核心算法模型”实现精准配色，解决了人工配色依赖经验、稳定性差的痛点。

### 2.1 颜色模型：配色的“基础积木”

颜色模型是描述颜色混合规律的基础框架，核心分为两类，对应“光的混合”与“颜料的混合”两种场景：

| 常用 RGB 颜色色谱表 |     |     |     |         |          |     |     |     |         |      |    |     |     |         |
|--------------|-----|-----|-----|---------|----------|-----|-----|-----|---------|------|----|-----|-----|---------|
| 色谱表色彩名称      | R   | G   | B   | 代码      | 色彩名称     | R   | G   | B   | 代码      | 色彩名称 | R  | G   | B   | 代码      |
| 黑色           | 0   | 0   | 0   | #000000 | 黄色       | 255 | 255 | 0   | #FFFF00 | 浅灰蓝色 | 17 | 224 | 230 | #B0E0E6 |
| 象牙黑          | 41  | 36  | 33  | #292421 | 香蕉色      | 227 | 207 | 87  | #E3CF57 | 晶莹   | 65 | 105 | 225 | #4169E1 |
| 灰色           | 192 | 192 | 192 | #C0C0C0 | 镉黄       | 255 | 153 | 18  | #FF9912 | 石板蓝  | 10 | 90  | 205 | #6A5AC  |
| 冷灰           | 128 | 138 | 135 | #808A87 | dougelio | 235 | 142 | 85  | #EB8E55 | 天蓝   | 13 | 206 | 235 | #87CEEB |
| 石板灰          | 112 | 128 | 105 | #708069 | forum    | 255 | 227 | 132 | #FFE384 |      |    |     |     |         |
| 暖灰色          | 128 | 128 | 105 | #808069 | 金黄色      | 255 | 215 | 0   | #FFD700 | 青色   | 0  | 255 | 255 | #00FFFF |
|              |     |     |     |         | 菊花色      | 218 | 165 | 105 | #DAA56  | 绿土   | 56 | 94  | 15  | #385EOF |
| 白色           | 255 | 255 | 255 | #FFFFFF | 瓜色       | 227 | 168 | 105 | #E3A869 | 靛青   | 8  | 46  | 84  | #082E54 |
| 古董白          | 250 | 235 | 215 | #FAEBD7 | 橙色       | 255 | 97  | 0   | #FF6100 | 碧绿色  | 12 | 255 | 212 | #7FFFD4 |
| 天蓝色          | 240 | 255 | 255 | #F0FFFF | 镉橙       | 255 | 97  | 3   | #FF6103 | 青绿色  | 64 | 224 | 208 | #40E0D0 |
| 白烟           | 245 | 245 | 245 | #F5F5F5 | 胡萝卜色     | 237 | 145 | 33  | #ED9121 | 绿色   | 0  | 255 | 0   | #00FF00 |
| 白杏仁          | 255 | 235 | 205 | #FFFFCD | 桔黄       | 255 | 128 | 0   | #FF8000 | 黄绿色  | 12 | 255 | 0   | #7FFF00 |
| cornsilk     | 255 | 248 | 220 | #FFF8DC | 淡黄色      | 245 | 222 | 179 | #F5DEB3 | 钴绿色  | 61 | 145 | 64  | #3D9140 |
| 蛋壳色          | 252 | 230 | 201 | #FCE6C9 |          |     |     |     |         | 翠绿色  | 0  | 201 | 87  | #00C957 |
| 花白           | 255 | 250 | 240 | #FFFAF0 | 棕色       | 128 | 42  | 42  | #802A2A | 森林绿  | 34 | 139 | 34  | #228B22 |
| gainsboro    | 220 | 220 | 220 | #DCDCDC | 米色       | 163 | 148 | 128 | #A39480 | 草地绿  | 12 | 252 | 0   | #7CFC00 |
| ghostWhite   | 248 | 248 | 255 | #F8F8FF | 锻浓黄土色    | 138 | 54  | 15  | #8A360F | 酸橙绿  | 50 | 205 | 50  | #32CD3  |
| 蜜露橙          | 240 | 255 | 240 | #F0FFF0 | 锻棕土色     | 135 | 51  | 36  | #873324 | 薄荷色  | 18 | 252 | 201 | #BDFCC  |

## CMYK颜色值对应名称值

| 模型类型    | 混合方式 | 核心成分                        | 混合原理与示例   |
|---------|------|-----------------------------|---|
| RGB 模型  | 加法混合 | 红 (R) 、绿 (G) 、蓝 (B)         | 基于“光的三原色”，通过光的叠加产生新颜色；示例： $R+G =$ 黄， $R+G+B =$ 白光                               |
| CMYK 模型 | 减法混合 | 青 (C) 、品红 (M) 、黄 (Y) 、黑 (K) | 基于“颜料的三原色”，通过颜料吸收光的部分波段产生新颜色；因 $C+M+Y$ 混合易偏灰，故加入 K 色加深；示例： $C+M =$ 蓝， $C+Y =$ 绿 |

## 2.2 算法模型：配色的“核心引擎”

算法模型是实现计算机精准计算的理论支撑，核心依赖两大经典理论：

## 1. Kubelka-Munk 理论 (K-M 理论)

1931 年提出的双常数理论，是计算机配色的“基石”。通过数学公式描述光在颜料层中的吸收与散射行为，精准预测颜料混合后的光学效果。该理论 1958 年应用于纺织印染，20 世纪 70 年代引入印刷行业，至今仍是计算机配色（CCM）的核心理论。



## 2. 三刺激值理论

基于“同色异谱”原理：若两块色样的三刺激值 ( $X_{10}$ 、 $Y_{10}$ 、 $Z_{10}$ ) 完全相等，则二者视觉上为同色。

$$\Delta E_H = [(\Delta L_H)^2 + (\Delta a_H)^2 + (\Delta b_H)^2]^{1/2}$$

实际应用中，通过色谱建立“三刺激值 - 油墨网点百分比”对应表，结合 CIE 标准光源 D65（模拟自然光）与 10° 视场数据计算，再用 CIELAB 色差公式检验标准色样与配色样的色差，确保配方符合要求。

## 三、油墨计算机配色的系统应用

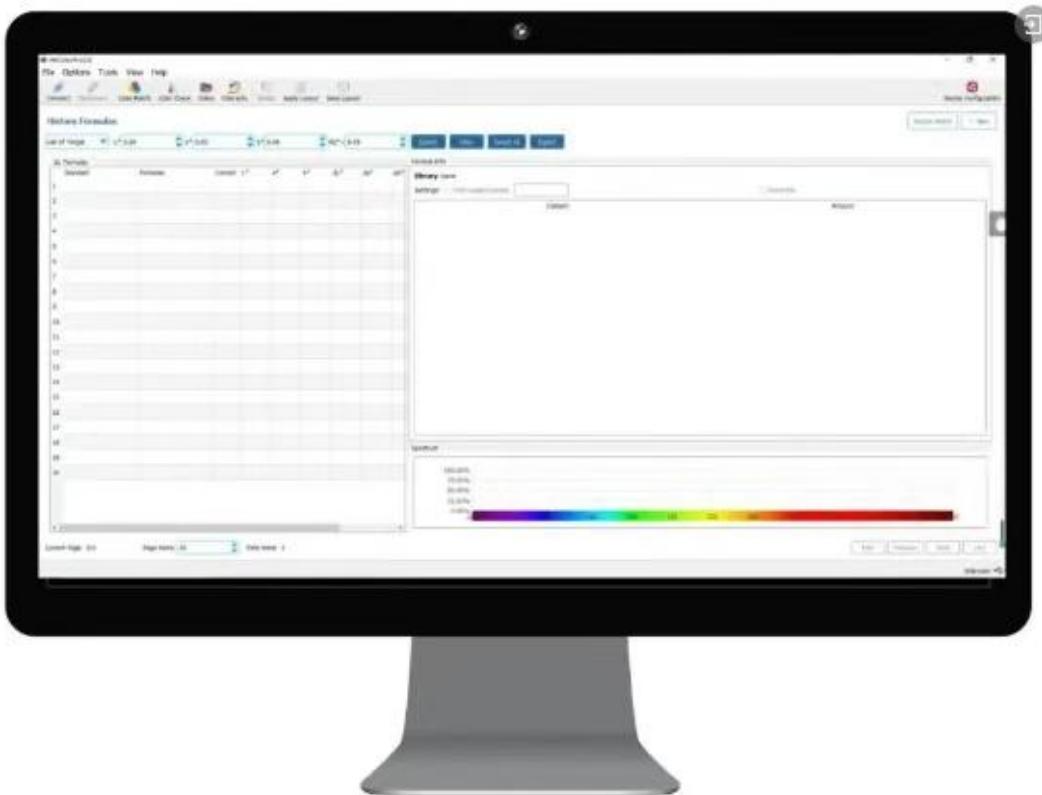
油墨计算机配色系统通过“硬件 + 软件”协同，实现从数据采集到配方输出的全流程自动化，覆盖生产全环节。



### 3.1 系统核心设备配置

实现计算机配色需 4 类核心设备，缺一不可：

- 计算机：运行专用配色软件的硬件载体；
- 专用配色软件：如三恩时 PeColor，是系统的“大脑”；
- 测色仪：精准采集色样的三刺激值、色差等数据；
- 辅助设施：包括打样设备（验证配色效果）、称重设备（精准控制油墨比例）。



## 3.2 配色软件的核心功能

配色软件是系统的关键，直接决定配色质量与效率，主要完成以下任务：

- 建立库存色墨的基础光学数据库；
- 处理色料的基础光学数据，为计算提供依据；
- 自动完成配色计算，生成初步配方；
- 支持配方修正，根据色差结果优化比例；
- 存储历史颜色配方，形成可复用的配方库；
- 管理系统全流程数据文件，确保数据可追溯。



### 3.3 行业应用场景

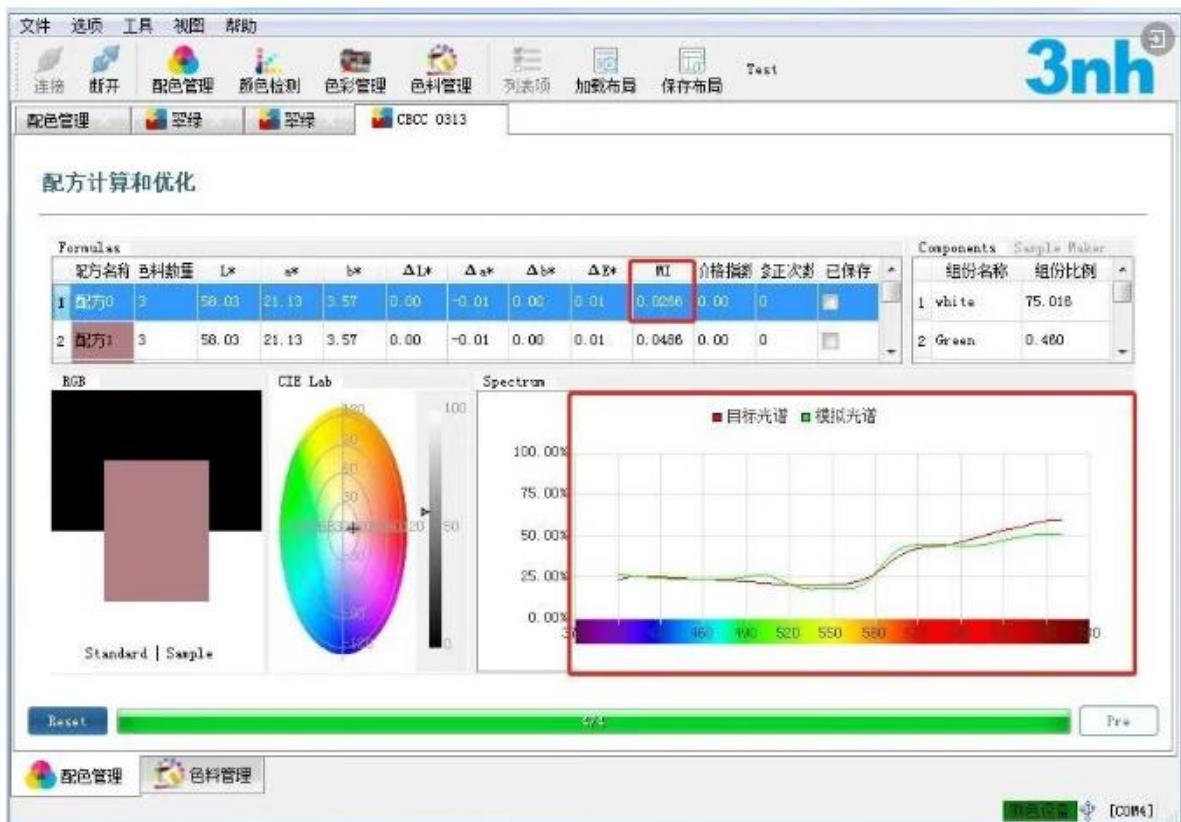
该技术已渗透到印刷产品的全生命周期，包括：

- 产品开发环节：快速匹配客户颜色需求，缩短打样周期；
- 生产过程环节：稳定配方比例，避免批次间颜色差异；
- 质量监控环节：通过色差数据量化颜色精度，及时修正偏差；
- 销售环节：以数据化方案展示配色能力，提升客户信任度。

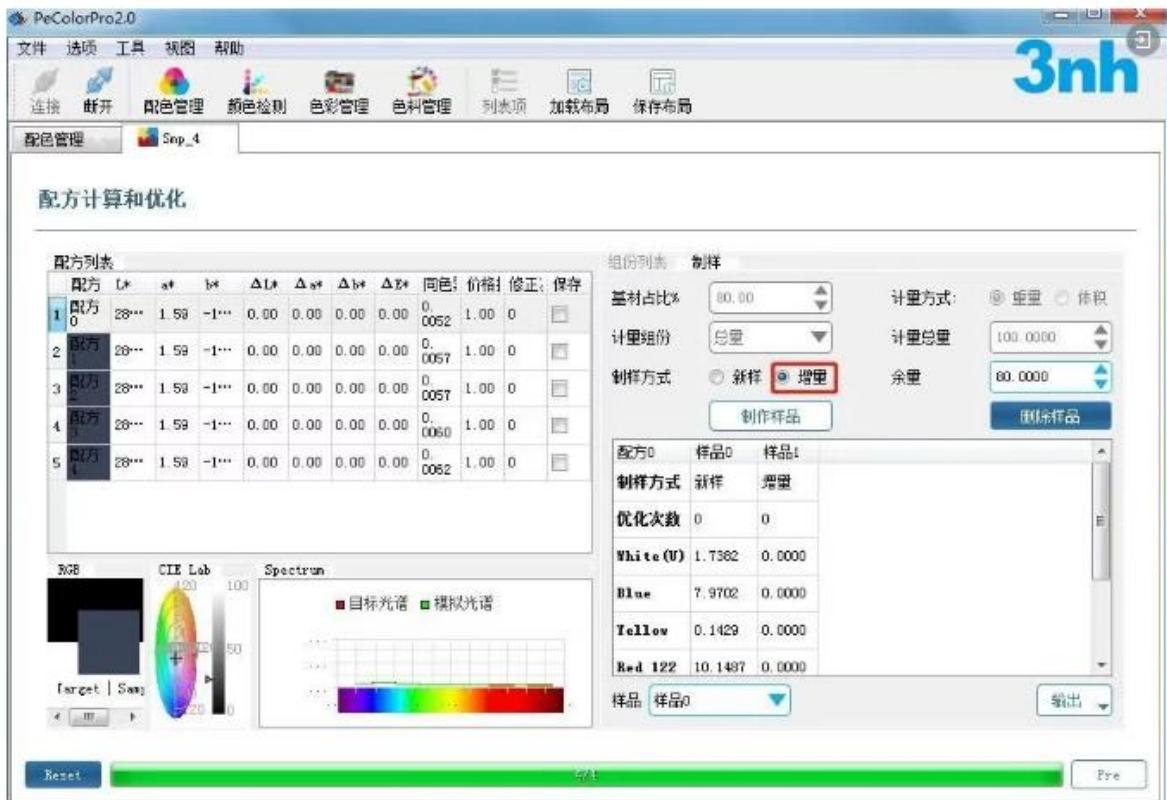
## 四、油墨计算机配色的核心优势

相较于传统人工配色，计算机配色系统在“精度、效率、成本”三大维度均有显著优势：

1. 专家级配方输出：自动计算生成多组配方，用户可挑选最优方案，远超人工能提供的有限选项；



2. 配方稳定可靠：通过数据化管理颜色与配方，避免人工经验差异导致的不稳定，同时解决色卡 / 样品难以长期保存的问题；
3. 降低人员门槛：操作仅需基础电脑 / 手机技能，无需依赖多年经验的专业人员，上手速度快；



4. 配色效率高：配方精准度高且支持自动修正，减少人工反复调整的环节，节省时间、降低材料浪费；
5. 大幅节约成本：可利用生产积累的旧料进行配色，充分挖掘旧料价值，人工配色难以实现这一效果。

## 五、油墨配色的质量控制要点

为确保配色效果稳定达标，需从“数据、设备、流程”三方面强化质量控制：

1. 数据校准：定期校准测色仪，确保颜色数据的准确性；更新色墨基础数据库，适配新批次油墨的光学特性；
2. 设备维护：保持打样设备、称重设备的精度，避免因设备误差导致配方比例偏差；
3. 流程规范：建立“色样采集 - 配方计算 - 打样验证 - 批量生产”的全流程 SOP，每环节记录数据，确保可追溯；
4. 色差标准：明确产品的 CIELAB 色差合格范围（如  $\Delta E \leq 1$ ），超出范围时及时修正配方。

## 六、总结

油墨计算机配色技术通过“理论模型 + 软硬件协同”，实现了配色的“数据化、自动化、精准化”，不仅解决了传统人工配色的痛点，更推动了印刷行业生产的科学化与高效化。未来，随

着 AI 技术与色度学的进一步融合，该技术将在“实时配色优化”“跨材质配色适配”等方向持续升级，为行业创造更大价值。