

# 涂料色彩管理指南

近年来，国内涂料市场迎来爆发式增长，国外大型涂料企业纷纷在华布局，带来了先进的技术与测试手段，推动行业产品档次与检测水平显著提升。在这一进程中，色彩管控成为决定涂料产品竞争力的关键环节，色差仪作为核心检测设备，在涂料生产配色中的应用愈发广泛。三恩时科技的 TS 系列、ST 系列等分光测色仪陆续入市，以标准化检测方法有效控制批次色差，为行业色彩管理提供了可靠支撑。

## 一、涂料色彩管理的基础认知

### 1.1 颜色的形成与核心特性

人类肉眼所见的颜色，本质是光源照射物体表面后，光线经吸收与反射，反射光刺激视觉神经产生的感知。这一特性决定了光源、物体表面属性与观察者三者共同影响颜色呈现效果。颜色具有三大核心特性：色调 (Hue) 用于区分红、橙、黄、绿等具体颜色，是颜色的基本标识；明度 (Value) 反映物体的明亮程度，受光源强度与物体反射率共同影响；彩度 (Chroma) 体现颜色的饱和纯洁度，物体反射光线的单色性越强，彩度值越高。这三大特性构成了色彩量化分析的基础框架。



## 1.2 人工观察颜色的局限性

在色差仪普及前，涂料行业多依赖人工观察进行配色与质检，但这一方式受多重因素制约，难以保证精准性。

光源是最关键的影响因素。同一涂料样板在自然光、白炽灯、荧光灯等不同光源下，反射光的光谱组成存在差异，呈现的颜色也会截然不同。涂料企业通常避免夜间配色，正是因为自然光作为户外涂料最常见的使用光源，其稳定性远超人工照明。标准光源对色灯箱虽能模拟特定照明条件，但仍无法完全替代仪器的量化检测。针对涂料行业粉末、液体等不同物理形态，三恩时（3nh）配备了粉末测试盒、万能测试组件等专用工具，为不同场景的检测提供支持。

周围环境颜色会通过对立颜色学说影响视觉判断。红、绿、蓝锥体在视觉信号传递中重组形成黄-蓝、红-绿、黑-白三组对立代码，当观察者长时间注视特定颜色后，转向白色物体时会产生互补色残留，导致判断偏差。此外，观察者的生理结构差异、心理状态波动等人为因素，进一步加剧了颜色判断的不确定性，而仪器检测能完全规避这些主观干扰。

## 二、色差仪：涂料色彩量化管控的核心工具

### 2.1 仪器几何构造及适用场景

分光测色仪的核心差异体现在几何构造上，主要分为定向型（ $0^\circ/45^\circ$ ）和漫射型（积分球）两类，二者适用场景截然不同。 $0^\circ/45^\circ$ 构造采用垂直于样板的 $0^\circ$ 角照明，在 $45^\circ$ 角位置设置多组光源接收器采集漫反射光，其测量结果与视觉感知的颜色及光泽变化高度一致，与人眼观察方式契合，在质量控制环节表现优异。积分球构造则通过内壁涂白的球体实现漫射照明，在 $8^\circ$ 角进行测量，这种方式忽略了表面光泽与纹理对颜色的影响，仅反映颜料/染料本身的颜色特性，因此成为电脑配色系统的首选设备。



## 2.2 颜色的量化表示方法

传统基于标准色卡或样板的对比方式属于感性判断，无法实现精准传递与追溯。现代色彩管理依托三维空间坐标实现颜色量化，国际照明委员会（CIE）制定的 CIE L\*、 $a^*$ 、 $b^*$ ，CIE L\*、C\*、h\*以及 Hunter L、a、b 等色彩空间成为主流表示方法。这些方法均通过 x、Y、Z 三刺激值推导得出，但计算公式存在差异，导致数值不可直接等同。例如，Hunter L、a、b 在蓝色区域呈收缩特性，而 CIE L\*、 $a^*$ 、 $b^*$ 在黄色区域存在过度扩张现象。实际应用中需特别注意二者区别，曾出现将 CIE L\*、 $a^*$ 、 $b^*$ 误作 Hunter L、a、b 解读，导致数据偏差误判仪器故障的案例。



## 2.3 光源选择的关键原则

光源选择需结合涂料应用场景确定。建筑用卷钢涂料因主要用于户外，日光成为实际使用中的标准光源，因此行业普遍采用D65光源（相当于平均日光）进行检测。在商业合作中，供需双方需明确约定统一光源及测量条件，通过标准化流程减少系统误差与人为错误，实现颜色判断的一致性。

# 标准光源 TruD65™

Standard light source



品牌: 3nh  
色温: 6500K  
显指: Ra 95  
产地: 中 国  
型号: TruD65™  
功率: 10W / 20W  
长度: 60CM / 120CM

TruD65™, TruD50™ 为 3nh 标准光源商标



节能省电



长久耐用



绿色环保



高显色



3nh 色差仪  
选进工艺

## 三、色差仪在涂料生产中的实战应用

### 3.1 建立标准化颜色数据库

颜料颜色与制成涂料样板后的颜色存在差异，因此企业需先将各类彩色颜料分散于目标树脂体系，配制标准颜色样板并提交客户认可。客户确认后，通过色差仪采集样板颜色数据并录入电脑，建立标准化颜色数据库。该数据库成为后续生产配色、质量检验的基准，确保批次产品颜色一致性。



### 3.2 高效调色配色的技术路径

分光光度色差仪不仅能精准调整颜色以满足客户要求，更可结合电脑系统实现智能配色。电脑配色需完成前期基础工作：将所用各类颜料制作标准颜色样板，采集数据录入系统，同时需包含黑色、白色等单色颜料数据。系统基于数据库自动生成多种配色方案，并按经济性、可行性等指标排序，工作人员可选择最优方案，大幅降低工作强度。在色差控制方面，素色漆通常要求 $\Delta E \leq 1$ ，高要求场景可控制在 $\Delta E \leq 0.5$ ，更精细场景可对 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 单值分别管控。调色过程中需遵循“主色调优先、少色浆调整”原则，逐步逼近标准颜色。



### 3.3 表面特征对色差的影响管控

涂料光泽与表面平整度是影响色差的关键因素。粗糙表面因散射强、反射弱，呈现低光泽特性；高光涂料表面平整，反射强、散射弱，光泽感知更明显。从经济性角度，可通过选择合适粒径的消光剂控制光泽，消光剂用量与光泽呈负相关。色差仪对黑白颜色的光泽变化尤为敏感：以高色素炭黑为例，采用  $0^{\circ}/45^{\circ}$  仪器测量时，光泽从 20 降至 10， $\Delta E$  偏差约 1；而积分球仪器测量同一样品， $\Delta E$  误差可控制在 0.3 以内。其他颜色在光泽  $\pm 10$  度波动时， $\Delta E$  通常处于允许范围。此外，颜料耐高温性、烘烤时间与温度等工艺参数也会显著影响 $\Delta E$ ，需在生产中严格管控。



### 3.4 手提式色差仪的场景优势

手提式色差仪延续了常规设备的核心原理，兼具轻巧便携的独特优势，可直接现场读取数据，也能连接电脑或打印机输出结果。在生产线实时质检、客户现场沟通等场景中，其便携性优势凸显，实现了色彩管控从实验室到生产现场的延伸。

## 四、粉末涂料配色的专项解决方案

粉末涂料以固体树脂、颜料、填料及助剂为原料，具有无害、高效、环保等优势，广泛应用于电镀、涂装、热喷涂等多个行业。但配色不准、材料浪费、批次不稳定等问题长期困扰行业发展，三恩时粉末涂料配色系统通过“仪器+软件+流程”的一体化方案，为行业痛点提供了系统性解决方案。

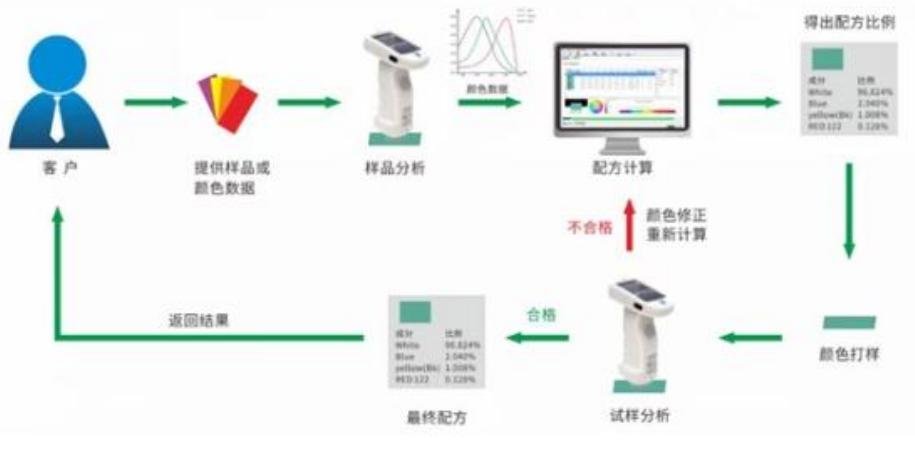


## 4.1 粉末涂料配色的核心痛点

传统粉末涂料配色高度依赖师傅经验，不同操作者的判断标准差异导致同一颜色配方不稳定；缺乏数据支撑的调试过程需反复试验，既耗时又造成大量材料浪费；颜色偏差易引发客户投诉，影响品牌信誉甚至导致订单流失；同时，非标准化的配色流程也增加了生产管理成本。

## 3.2 三恩时配色系统的核心优势

精准配色是系统的核心竞争力：采用 TS7 系列等高精度分光测色仪确保测量数据准确，搭配 PeColor 等专业配色软件自动匹配最佳配方，减少人为误差，同时支持多种色彩标准，满足不同客户需求。高效匹配能力显著提升生产效率：系统内置海量颜色数据库，可快速检索历史配方，一键配色功能实现秒级配方生成，大幅缩短调试周期。成本控制效果突出：通过智能计算精准控制原料配比，减少试错次数，降低材料损耗。数字化管理提升运营水平：配方数据集中存储，支持随时调取与共享，同时具备色差分析、批次对比功能，确保全流程颜色一致性。



### 4.3 标准化配色流程实践

三恩时粉末涂料配色系统通过标准化流程实现精准管控：首先制作色阶梯度数据库，根据提供的色阶梯度表格制作基础色阶卡，再用分光测色仪测量各色阶数据并录入软件；随后获取样品或颜色数据，通过测色仪采集样品 Lab 值或直接导入已有数据；系统从数据库检索并生成多种配色方案，按价格、同色异谱指数等排序供选择；根据选定配方称重打样，搅拌均匀后展样；最后用测色仪检测，合格则生成最终配方，不合格则由软件自动修正直至合格，确定后的配方保存备用。



## 五、结语

涂料色彩管理已从传统的经验判断升级为以色差仪为核心的数字化、标准化管控体系。从颜色基础认知到仪器精准测量，从生产过程管控到专项场景解决方案，科学的色彩管理不仅提升了产品品质稳定性，更帮助企业降低成本、提高效率，增强市场竞

争力。作为中国颜色管理领域的领跑者，三恩时通过持续的技术创新，为涂料行业提供了全链条的色彩管控解决方案。未来，随着行业对色彩精准度要求的不断提升，色差仪及配套系统将在涂料生产中发挥更重要的作用，推动行业向更高质量的发展阶段迈进。

如需了解更多涂料色彩管理方案，可关注三恩时官网 [www.3nh.cn](http://www.3nh.cn)，或拨打 24 小时热线 400-666-2522 咨询。