实用技术

调色系统中调色配方的设计方法及调色注意事项

雷爱国 （江苏省建材研究设计院有限公司，南京 210009）
徐凯斌 （南京天祥涂料有限公司 210011）

摘 要：从色浆体系的选择、基础漆种类的确定到颜色配方设计来说明在应用调色系统时调色配方的设计制作方法，同时总结出应用调色系统进行配色的相关注意事项。

关键词：调色系统；色浆体系；基础漆；颜色配方

中图分类号：TQ 630.6+8　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1009-1696(2005)12-0034-06

0 前言

现代调色系统成功地解决了传统色漆生产中的诸多问题，具有库存减少，无穷颜色选择，及时满足颜色需求，颜色的一致性好，生产效率高等优点，给涂料生产和销售带来革命性变化。

调色系统自20世纪50年代在北美开始出现以来已经得到广泛的应用，特别是在零售店POS（Point of Sales）用于家装涂料（水性乳胶漆和长油醇酸漆）的调色。今天调色系统不再局限于零售店家装涂料的调色，已发展到各种水性、油性涂料的工厂化调色。

[收稿日期]2005-08-16

国内市场自本世纪初开始推广调色系统以来，虽然历史较短，但发展很快。国内主要建筑涂料生产厂家已纷纷推出自己的调色系统，在全国大中城市建立调色中心。目前主要采用通用色浆或水性色浆用于乳胶漆的POS调色，也有少数厂家率先推出了溶剂型木器聚氨酯漆的POS调色系统和建筑漆的工厂化调色。

调色系统由色浆体系、基础漆、调色机、色卡、分光光度计、配色及颜色管理软件等部分组成，利用分光光度计和配色软件可以很方便地计算出各种颜色的配方。对于一个颜色，电脑通常会给出许多配方，且任何一种基础漆都可以配出这一颜色，但最好的颜色配方（包括色浆的种类、用量和基础

为国家标准意味着最高水平，以为不论BS，DIN，NF，JIS，只要符合其国家标准，就认为是高水平。有些工厂将其涂料产品按JIS测试，若达其标准，就自满而在涂料刊物上发表报导，日本人见到一定很高兴，因其大公司的高级涂料内控指标，肯定超过其国标，产品达到JIS并不表示高级水平。

（四）我国的国标

有一次，上海涂料公司前总经理钱家栋，要问称为CNS的标准，别人不知道，前来问我，我答曰："是我国台湾省的标准称号，即Chinese National Standard的缩写（他们自称为中国国标）。我见过CNS的涂料篇，其内容是一般性，很多是借鉴美国的ASTM及日本的JIS转译。我国的国家标准是GB，是Guo Biao二字缩写。许多国家的标准如BS是英国标准British Standard的缩写，日本的JIS，法国的NF，美国的ANSI，德国的DIN，澳大利亚的AS，都属于"意译"的命名，而我国的国标GB则是按声音的"音译"命名，不同于其他国家，具独创性。

近年来我国涂料界关注着聚氨酯涂料中的游离TDI，我国标准化委员会暂订为全漆中不超过0.7%，这是初步的进展。关于测试游离TDI的标准方法，张卫群（上海涂料2000年No.1）及童国忠（上海涂料2005年No.6）都作了详细介绍，是走向国际化的实例。

漆的种类）只有一个，如何从众多的颜色配方中选择最恰当的配方，需要配色人员不仅要有丰富的涂料、颜料知识和配色技巧，而且对调色系统要有全面的了解。

正确的颜色配方应包含以下内容：

（1）选择正确的色浆体系；

（2）正确的基础漆（一定钛白含量的白色基础漆或有色基础漆）

（3）颜色配方：准确、重现性好；外墙需要较好的耐候性；足够的遮盖力；价格经济；色浆的用量不可超过最大加入量等。

本文将从色浆体系的选择和设计、基础漆的选择、颜色配方的设计等方面来说明在采用调色系统时如何进行颜色配方设计，同时总结出调色过程中的一些注意事项。

1　色浆体系的选择和设计

色浆体系是颜色配方的基础，任何一种颜色的配方都是基于某一色浆体系的。我们在选择和设计色浆体系时应从覆盖的色域范围、涂料的种类、应用领域、包装大小及产品特殊市场需求等多方面考虑。

一般说来，大多数调色系统都包含钛白 PW6、炭黑 PBK7、铁黄 PY42、铁红 PR101、有机黄 PY74、有机红 PR112、酞菁绿 PG7、酞菁蓝 PB15：3 或 PB15：1 等 8 支核心色浆，可覆盖绝大多数建筑漆的颜色空间。在此核心色浆的基础上适当增加其它一些色浆，往往是为了提高耐候性、进一步扩大覆盖的色域范围、提高小包装浅色域调色的准确性以及某些特殊性能的需要。

表 1 为市场上用于零售店内墙乳胶漆调色的色浆体系，由 12 支色浆组成，该色浆体系体现了以下几个特点：（1）含有 8 支核心色浆，但稍有不同的是用有机柠黄（PY74/PY97）代替有机黄（PY74）；（2）为了增大色域增加了带红相的中黄（PY83/PY74）和带紫相的品红（PR122）两支色浆；（3）由于铁红和炭黑的着色力极高，考虑到小包装浅色域调色的准确性，增加了铁棕和棕土两支色浆；（4）由于内墙可以不考虑耐候性，因此有机颜料均采用性能一般、价格较经济的偶氮颜料，而没有选用价格昂贵、性能优异的 DPP、喹酞酮黄、异吲哚啉酮颜料；（5）总体来说，色浆支数较少，色浆库存少，要求调色机的色浆罐少，同时在零售店占用的面积相对会较小，经济性会更好。

表 2 为某国外涂料公司外墙乳胶漆用色浆体系，不使用钛白浆，由 15 支色浆组成，该色浆体系有以下几个特点：（1）外墙可以选择更多的基础漆，不需要核心色浆中的白浆，调色更经济；（2）增加了许多高性能红、橙、黄有机颜料（PY154、PY110、PO73、PR254），保证浅色有很好的耐候性；（3）增加 PV19 和 PV23，不但扩大了色域，而且有较好的耐候性（PV19 同 PR122 色相相似，但耐候性更好，因此在此外墙体系中替代了表 1 中的 PR122）；（4）外墙调色通常为大包装，且颜色一般不宜太浅，故不需要低浓度色浆和复合颜料色浆；（5）色浆支数总体较多，在调色时可用色相最接近的色浆去满足要求，尽量减少色浆复配的可能性，提高耐候性。因为复配色中多种颜料的耐候性不同，在老化过程中更容易发生变色。

表 1　零售店内墙乳胶漆调色用色浆体系

色浆颜色	钛白	铁红	铁黄	炭黑	有机柠黄	有机红	酞菁蓝	酞菁绿	铁棕	棕土	中黄	品红
颜料参数	PW6	PR101	PY42	PBK7	PY74 PY97	PR112	PB15:1	PG7	PR101 PY42 PBK11	PBK7 PR101 PY43	PY83 PY74	PR122

表 2　某国外涂料公司外墙乳胶漆用色浆体系

色浆颜色	铁红	铁黄	炭黑	有机黄	有机红	（绿相）酞菁蓝	酞菁绿	中黄	柠黄	橙黄	橙红	大红	红相紫	蓝相紫	（红相）酞菁蓝
颜料参数	PR101	PY42	PBK7	PY74	PR112	PB15:3	PG7	PY83	PY154	PY110	PO73	PR254	PV19	PV23	PB15:1

表3为工程外墙乳胶漆、硅树脂外墙涂料、硅酸盐涂料及溶剂型Pliolite外墙涂料等高PVC外墙涂料用色浆体系，完全由无机色浆组成，该色浆体系有以下几个特点：(1)完全由无机颜料组成，可确保较高的耐候性。因为在较高PVC的外墙涂料体系中，有机颜料在无足够树脂的保护下极易褪色，除了由于有机颜料极易受到碱和紫外线的攻击而褪色外，还有一个重要因素是有机颜料的粒径小，通常在10~100 nm之间，仅为无机颜料的十分之一(无机颜料通常在100~1 000 nm之间)，很容易被雨水冲洗掉，引起褪色。关于这一性质，即使是具有极好耐候性、通常被视为无机颜料的炭黑色浆也同有机颜料相似，同样在高PVC外墙涂料中也不宜使用。(2)系统内色浆较少，因此覆盖的色域有限，特别是较鲜艳的红色，选用两种色相的铁红是为了尽可能增大红相色域的范围。

表3 高PVC外墙涂料调色用色浆体系

色浆颜色	铁红(黄相)	铁红(蓝相)	铁黄	铁黑	氧化铬绿	钴蓝	铋黄
颜料参数	PR101	PR101	PY42	PBK11	PG17	PB28	PY184

2 基础漆的选择

基础漆一般分为普通基础漆和有色基础漆，参考配方见表4。普通基础漆是指钛白含量不同(25%~0)的一组在外观上看是白色的基础漆，它在调色系统中必不可少。有色基础漆不是必不可少的，可根据实际需要决定，通常当某一深色色域用量较大时，可考虑增加有色基础漆；一般为较鲜艳的红和黄色基础漆，这样不但可以提高遮盖力，而且能降低调色成本。

普通基础漆可根据需要决定其种类。从理论上来说，任何钛白含量的基础漆均可调配出某一颜色：钛白含量多，加入色浆多，调色成本高，遮盖力好；钛白含量少，需加入的色浆也少，调色成本低，遮盖力差；而最佳钛白含量的基础漆只有一个，这时遮盖力和调色成本达到最好的平衡。基础漆种类越多，可选出的某种基础漆内钛白含量越接近这一最佳值，但库存越多，生产越复杂，因此基础漆的种类应适宜，根据需要决定。零售店调色基础漆不宜过多，3~4支即可，因为零售店调色批量较小，不太关注调色价格，同时由于场地、库存的限制，不允许太多基础漆。工厂调色则不同，通常批量较大，更关注调色成本，基础漆品种可以更多，甚至可以根据需要用白漆和透明清漆按不同比例调配出任意一种基础漆，而不需要使用钛白浆，达到最佳的遮盖和成本的平衡。选用何种基础漆的标准是在满足遮盖力要求的前提下，价格最经济的基础漆。

表4 低VOC半光基础乳胶漆参考配方*(%)

原料名称	普通基础漆			有色基础漆	
	白色基础漆	半白基础漆	透明基础漆	红色基础漆	黄色基础漆
水	50	50	50	25	25
罐内防腐剂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
非离子表面活性剂	3	2	2	2.5	2.5
分散剂(25%)	8	4	4	3.5	3.5
丙二醇	6	6	4	0	0
缔合增稠剂	13	14	14	14	14
消泡剂	3	3.5	3.5	3.5	3.5
干膜防霉剂	5	5	5	5	5
钛白粉	300	165	0	0	0
重钙	36	165	250	250	208
丙烯酸乳液	600	690	700	620	600
成膜助剂	24	28	28	24	24
遮盖聚合物	125	0	0	0	0
消泡剂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
水	35	40	50	15	10
KOH溶液(10%)	2	2	2	1.5	1.5
HASE增稠剂(30%)	4	5.5	5.5	4	4
颜料黄PY97色浆	0	0	0	0	167
颜料黄PY74色浆	0	0	0	0	100
颜料红PR112色浆	0	0	0	200	0
合计	1 216	1 182	1 120	1 170	1 170

注：质量分数。

3 颜色配方

颜色配方的确定通常有两种情况：一种是完全采用色浆公司的色卡和色浆体系，色浆公司可提供相应的颜色配方，这些配方一般说来是较合理的；另一种情况是自己开发色浆体系或使用自己的色卡，这时颜色配方则需要使用分光光度计和配色软件自行设计完成。

第一种情况对于色浆公司提供的颜色配方也不能完全照搬，需要作相应的调整。因为该颜色配方基于某种所谓的标准基础漆，其它基础漆同这

种标准基础漆在色强和色相上会存在一定的差异，需要作相应的调整。调整的方法一般有两种，一种为系统调整，即将基础漆的色强（色浆的分配规则——根据基础漆的色强按比例增减色浆）和色相（掩蔽色浆——通常是通过加入铁黄和炭黑色浆使色相达到一致）调整到同标准基础漆一致，颜色配方可保持完全不变。这种方法的特点是工作量较小，方便快捷，适用小厂、多品种调色以及基础漆配方调整时比较方便，其缺点是颜色的准确性会稍差。另一种调整方法是在基本配方的基础上对每个颜色分别进行调整，其特点是颜色的准确性好，但工作量大，不适宜于多品种推广，且在基础漆配方调整时又要重新调整颜色配方，一般适用于大厂、少数品种的调色。

自行进行颜色配方的设计对配色人员提出了更高的要求。调配某一个颜色可以选用多种基础漆和十几种色浆配方，但可以肯定的是这些配方中有些耐候性不好，有些价格太高，有些遮盖力不足或过剩，有些甚至完全改变了基础漆的组成，总之，这些配方中大多数是不太合理的配方，只有少数是较理想的调色配方，因此如何优选最佳的调色配方是配色工作中的一项关键技术工作。在优选调色配方时应综合考虑颜色的准确性、价格、遮盖力、耐候性、耐碱性、条件等色以及其它一些要求，以下是制作颜色配方的操作指南：

（1）在脑中想象颜色环，确定欲配颜色在颜色环上的位置，然后选择颜色最接近的色浆。

（2）任何颜色最多需要4种色浆，在多数情况下不超过3种色浆。

（3）避免同时使用2种颜色相似的色浆。

（4）零售店调色在浅色及中间色中不可使用钛白浆，只有深色才使用钛白浆；工厂调色可完全不使用钛白色浆。

（5）建立调色配方时，应优先考虑使用无机色浆，如氧化铁红、氧化铁黄等，只有在无机颜料不能满足要求时才使用有机色浆。

（6）不要轻易用黑浆来降低颜色的明度，而应通过增加无机色浆铁红、铁黄的用量，降低有机红、黄色浆的用量来制造“脏”的感觉。

（7）鲜艳色不要与灰暗色搭配使用，如黑色浆不要与有机红、有机黄色浆搭配使用，此时一般可用铁红或铁黄调出，耐候性、遮盖力更好，价格更便宜。

（8）内外墙采用不同配方，内墙颜色配方可不考虑耐候性，价格可更经济；外墙颜色配方在保证足够耐候性的前提下考虑经济性。

（9）外墙根据颜色的深浅不同选择性能不同的色浆。颜色越浅，越要使用高性能颜料。例如，深红用PR112即可，浅红则需要使用PR168、PR254等；深黄用PY74即可，浅黄则需要使用PY154、PY109、PY110、PY138等。同理，鲜艳的深色外墙应以普通有机色浆为主体色浆，无机色浆及高性能有机色浆用来调节色调。

（10）同一配方中不可使用互补色进行调色，色浆的品种要尽可能少，因为颜料的混合是相减混合，色浆的品种越多，颜色越暗，调色成本也会越高。互补色浆混合的结果是产生暗淡的中性色，这是对价格昂贵、鲜艳的有机颜料的一种浪费，因为调制暗淡的颜色可以用价格经济耐候性好的无机颜料色浆。例如，酞菁绿色浆不要与有机红、铁红或红相紫色浆搭配使用，酞菁蓝色浆不要与有机黄、铁黄或铁棕色浆搭配使用。

（11）绿色永远不要用有机黄和酞菁蓝来调色，而应直接使用酞菁绿来调。因为用有机黄和酞菁蓝来调色不但成本高，而且由于两种颜料的耐候性不同，在户外色相容易发生变化，且通常是向蓝相变化。

（12）色浆用量过多不仅影响涂膜的性能及使用寿命，而且会严重降低涂料的粘度，因此每种基础漆均有一个最大色浆加入量，调色时不可超过最大加入量。如表5为某涂料公司规定的乳胶漆内色浆最大加入量。

表5　调色系统的基础漆中色浆的最大加入量

基 础 漆	钛白用量/（磅·加仑$^{-1}$）	色浆最大加入量/（液体盎司·加仑$^{-1}$）
浅白色基础漆（Pastel）	2.0~3.0	4
中间色基础漆（Midtone）	1.0~1.5	8
深色基础漆（Deep）	0.3~0.5	12
特深色基础漆（Accent）	0	14

（13）某些鲜艳的颜色，如黄、红、桔红等遮盖力较差，不要期望两道完全遮盖，因为这些色域中，过多的色浆对遮盖力提高不大，却因色浆用量过大而严重降低涂料性能。我们只有舍弃遮盖力，来保证其它性能。对于这些色域，通常的做法是推荐用户涂装3道甚至4道或使用色相相似、颜色稍浅、含较多无机颜料、具有更好遮盖力的配套底漆。

（14）小包装浅色调色时为了提高准确性应使用低浓度的炭黑、酞菁蓝、酞菁绿色浆和复合色浆棕土色浆或氧化铁棕色浆调色。

（15）电脑调色大多是通过标准化体积计量控制，因此做颜色配方验证时，最好在调色机上进行验证。

（16）半个单位及1/4个单位的准确性较差，理论上说两个半个单位等于一个单位，但实际并非如此，也就是说分两次加入半个单位的色浆同一次性加入一个单位的色浆所得到的颜色并不完全一致。

4 注意事项

配色工作是一个非常复杂的技术工作，在色漆的生产及应用过程中还会遇到各种各样的颜色问题值得我们注意。

（1）有机颜料的耐碱性较差且粒径较小，即使是那些耐碱性为5级的高性能有机颜料在强碱性涂料中或底材上都有可能会被破坏或被洗出。因此在以下几种情况下要慎用有机颜料：养护不足的高碱性水泥、混凝土等底材；含有水玻璃的无机涂料或无机有机复合涂料，绝对不可使用有机颜料；高颜料体积浓度的工程乳胶漆，由于乳液不能对有机颜料完全包裹，很容易被碱攻击破坏或被洗出；有机硅涂料的PVC很高，有机颜料不能被完全包裹，因此也要慎用；溶剂性宝乐来丙烯酸外墙涂料体系的PVC在临界PVC附近，若配方不太合理，底材封闭不好时，最终涂膜的PVC很可能会越过临界PVC，有机颜料也要慎用。

（2）国内较流行超白乳胶漆，这种涂料中通常加入了群青和荧光增白剂，这种白漆一般说来不可用来调色，因为其色相很难调整。

（3）涂膜光泽对颜色、视觉效果会有很大影响，同一颜色的涂膜，光泽不同时给人的感觉会有颜色差异。一般光泽越高，感觉颜色越鲜艳；光泽越低，感觉越灰暗。为了消除光泽对比色的影响，有几个经验的做法：① 将2个色片均用水打湿后比色观察；② 通过透明薄膜比色观察；③ 用60°以上的视角来比色观察，以减少光泽的影响，因为不同光泽漆膜的低角光泽（85° 光泽）相差会更大，而20° 光泽相差较小。还有通用做法是在色卡中增加一个光泽引导卡，即同一颜色不同光泽（亚光、丝光、半光、高光）的色片，用来引导顾客理解光泽对颜色的影响。同理，底材的质地对颜色的外观效果也会产生很大的影响，同一颜色的涂料涂刷在不同的底材上会给人不同的颜色感觉。

（4）配色时需要对配制的颜色与标准色卡进行比较，可以用目测，也可以用分光光度计测量，2种方法各有优缺点，最好是两种方法同时使用。分光光度计测量一般用于比较2个颜色的色差大小。对于建筑涂料，一般要求浅色色差小于0.5，中间色小于1.0，深色小于2.0即可。实际上不同色域对色差的要求相差甚远，例如有些灰色色差小于0.5时，我们仍能看到明显的区别，而红色色差大到3~4时，我们还会感到颜色很相似。正是这个原因，决定颜色是否最终被认可应该是目测。

（5）配色的准确性与重现性都很重要，但大多情况下颜色的重现性比准确性更加重要。

（6）许多建筑设计师喜欢使用膨通色卡（Pantone），这些颜色是透明或半透明的，其颜色的亮度主要是通过白色底材显现出来的，而建筑涂料是不透明的介质，一般很难调出如此鲜艳的颜色。

（7）由色漆制成的色板在湿态和干态时的颜色不同，且这种影响对乳胶漆会更大，也更复杂。对于乳胶漆，完全干燥后颜色可能变深也可能变浅，其变化规律主要取决于乳胶漆的PVC和涂料的组成。高品质低PVC乳胶漆，由于湿态时乳液为白色且有遮盖力，因此颜色会较浅，且遮盖力较高，干燥后乳液成为透明的膜，颜色会变深，且遮盖力降低。高PVC经济型乳胶漆则有两个过程：前一个过程如同低PVC乳胶漆，漆膜颜色变深，遮盖力降

低，此过程一般表现为开始涂布至表干这段时间；在表干至实干之间，由于水分的挥发，涂膜的遮盖力增大，颜色又会渐渐变浅，遮盖力增加。因此只有在漆膜完全干燥后才能进行比色。而溶剂型涂料树脂为透明的，干膜和湿膜颜色相差较小，其变化规律一般是干膜较湿膜颜色稍深。也正是这个原因，在测定遮盖力时溶剂型涂料可测定干膜也可以测定湿膜，而乳胶漆则一般测定干膜的对比率较多。

（8）同一个颜色不同色卡制造商所用的颜料不同，即使是同一个制造商在不同时间生产出来的涂料，其颜色配方也会不一样，一般可能仅在一种光源下颜色较准确，在另一种光源下可能不很准确，这就是通常所说的“同色异谱”所造成的“条件等色”。

（9）由于光源会对颜色产生影响，我们在配色时要注意以下几点：

第一，“夜不观色”：即在夜晚的灯光下颜色相同的两个涂膜，在日光下颜色不一定相同。因此在调色时，进行目视比色不可在夜间进行或在灯下进行，而应在日光下比色较好。

第二，日光也有不同时相，如晨曦，晚霞，直射的阳光和阴天的日光，因此国家标准“涂膜颜色标准样本”中规定，对涂膜进行颜色观察时的光线必须是自然日光，并进一步指出自然日光系漫射日光，有部分云彩的北面天空的光线，应避免直接的太阳光。

第三，比色观察时，周围的环境不允许有强烈的反射光，如红砖墙，绿树林等，因为这些因素会对观察的颜色产生影响。

第四，在比色箱里比色，可消除周围环境的影响，不受时间的限制，可在任何时候进行比色。一般在D65光源下比色即可。若能在多种不同光源下颜色一致，则是配色的最佳效果，这只有当构成两个颜色的颜料组成完全相同时才能达到。一般只有电脑调色才有可能做到这一点，人工调色通常只能做到在某一光源下的颜色一致，即条件等色。

第五，用分光光度计测量颜色时，不同光源下（A，C，D50，D65，F2，F7，F11等）颜色的特性数值不同。因此，比较两种涂膜的色差时，必须在相同的光源下进行。

（10）调色机在日常操作中注意事项：

每天搅拌调色机内的色浆，防止色浆沉淀；

色浆罐内的色浆量应在规定的用量内；

注意排出调色机活塞内的空气，否则会影响颜色的准确性；

小包装颜色准确性较差，此时桶内基础漆及色浆注入相对误差均较大，调色准确性较差；

为同一个客户调多桶涂料时，尽可能使用同一批基础漆；

为同一个客户调色时最好用相同包装规格。如客户需要20 L涂料，最好选用4个5 L，而不要选用一个15 L和一个5 L包装，特别是浅色；

配完色后，刷涂或刮一个样片，室温下干燥几分钟后，用食指在漆膜表面作环行运动，指研直到感到有明显阻力，观察指研区与未指研区若有色差，需要再在混匀机内混合3~5 min；

刷涂的涂料上有颜色条纹时应再混匀3~5 min，同时检查色浆罐的盖子是否盖好，因为盖子翻起后引起色浆边缘干结会导致混匀困难而易出现条纹；

色浆加入到基础漆内后应马上混匀，否则色浆沉入容器底部后难以彻底混匀，通用色浆在醇酸漆内更易发生这一情况。

参考文献

1　徐凯斌.乳胶漆调色常见问题分析与对策.中国涂料，2001(2)：29

2　徐凯斌.影响外墙乳胶色漆耐候性的因素.现代涂料与涂装，2001(3)：26

3　徐凯斌.用于调色系统的基础乳胶漆的配方设计原理.涂料工业，2003(1)：10

4　孔志元，等.浅淡如何确保外墙乳胶色漆的保色性.涂料工业，2003(2)：37-41

5　张红鸣，徐捷编.工业产品着色与配色技术.中国轻工业出版社，1999

6　范斌松，庄磊，沈永嘉.乳胶漆用颜料色浆.涂料工业，1999(9)：36

7　Dianne Connell. Paint Tinting & Colour Matching. Resene Paint Company，Addressed the Wellington Section’s September Technical Meeting，2001