

# 涂料配方

## 设计与制备

**Tuliao Peifang**  
**Sheji yu Zhibei**

舒友 林红卫 主编



西南交通大学出版社

# 涂料配方设计与制备

舒 友 林红卫 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

---

图书在版编目 (CIP) 数据

涂料配方设计与制备 / 舒友, 林红卫主编. —成都:  
西南交通大学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5643-3373-7

I. ①涂… II. ①舒… ②林… III. ①涂料—配方  
IV. ①TQ630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 197647 号

---

涂料配方设计与制备

舒友 林红卫 主编

|       |                                                             |
|-------|-------------------------------------------------------------|
| 责任编辑  | 牛君                                                          |
| 封面设计  | 米迦设计工作室                                                     |
| 出版发行  | 西南交通大学出版社<br>(四川省成都市金牛区交大路 146 号)                           |
| 发行部电话 | 028-87600564 028-87600533                                   |
| 邮政编码  | 610031                                                      |
| 网 址   | <a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a> |
| 印 刷   | 成都中铁二局永经堂印务有限责任公司                                           |
| 成品尺寸  | 185 mm × 260 mm                                             |
| 印 张   | 10.5                                                        |
| 字 数   | 261 千字                                                      |
| 版 次   | 2014 年 8 月第 1 版                                             |
| 印 次   | 2014 年 8 月第 1 次                                             |
| 书 号   | ISBN 978-7-5643-3373-7                                      |
| 定 价   | 22.00 元                                                     |



图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

涂料主要由树脂、溶剂、颜料和助剂四大部分组成，是一种应用十分广泛的精细化学品，涉及日常生活、国民经济及国防建设等多个领域。随着科技的迅速发展及人们对环境保护和节约能源意识的加强，涂料正由通用型向功能型、绿色型和低碳型的方向转型和发展。

本书简明扼要地介绍了涂料配方设计的基本概念和涂料施工方法，着重介绍了各种不同树脂涂料的制备和配方原则。在编写过程中，力求系统性、简要性和实用性，并结合涂料生产配方实例，努力从中总结和归纳出配方设计的思路 and 原则，希望有助读者在现有涂料品种改性以及新型涂料设计时能正确选择树脂、溶剂、颜料和助剂。本书注重理论与实践结合，可供广大涂料使用、生产、研发相关人员和高校涂料相关专业师生参考。

本书共分 13 章，分别为绪论、涂料配方设计的基本概念、醇酸树脂涂料、丙烯酸树脂涂料、聚氨酯树脂涂料、环氧树脂涂料、氨基树脂涂料、高固体分涂料、粉末涂料、水性涂料、有机硅树脂涂料、氟碳树脂涂料和涂料施工方法。

本书由 2 位作者共同编写，第 1、2、5、8、13 章由怀化学院林红卫编写，其他由怀化学院舒友编写。夏通衍和郝敏在本书的整理与校对过程中做了大量的工作，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中疏漏和错误之处在所难免，真诚欢迎专家学者和广大读者批评指正。

编 者

2014 年 7 月

## 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1 绪 论 .....                | 1  |
| 1.1 涂料发展概况 .....           | 1  |
| 1.2 涂料的作用 .....            | 1  |
| 1.3 涂料的组成 .....            | 2  |
| 1.4 涂料的分类及命名 .....         | 2  |
| 2 涂料配方设计的基本概念 .....        | 6  |
| 2.1 颜料加入量 .....            | 6  |
| 2.2 颜色分散 .....             | 7  |
| 2.3 颜色工艺学 .....            | 9  |
| 2.4 溶 剂 .....              | 11 |
| 2.5 黏 度 .....              | 13 |
| 3 醇酸树脂涂料 .....             | 15 |
| 3.1 醇酸树脂概述 .....           | 15 |
| 3.2 合成醇酸树脂所用原料 .....       | 16 |
| 3.3 醇酸树脂的合成原理 .....        | 17 |
| 3.4 醇酸树脂的配方设计及制备工艺 .....   | 19 |
| 4 丙烯酸树脂涂料 .....            | 26 |
| 4.1 合成丙烯酸树脂原料的选择 .....     | 26 |
| 4.2 溶液型丙烯酸树脂及其涂料配方设计 ..... | 29 |
| 4.3 水性丙烯酸树脂及其涂料配方设计 .....  | 32 |
| 5 聚氨酯树脂涂料 .....            | 35 |
| 5.1 原料的性能及选择 .....         | 35 |
| 5.2 聚氨酯树脂的种类与性能 .....      | 37 |
| 5.3 单组分聚氨酯涂料的配方设计及制备 ..... | 41 |
| 5.4 双组分聚氨酯涂料的配方设计及制备 ..... | 46 |
| 5.5 聚氨酯互穿网络聚合物涂料 .....     | 52 |
| 6 环氧树脂涂料 .....             | 54 |
| 6.1 环氧树脂的类型 .....          | 55 |
| 6.2 环氧树脂的重要质量指标 .....      | 57 |
| 6.3 环氧树脂固化剂及固化机理 .....     | 58 |
| 6.4 原料的选择 .....            | 62 |
| 6.5 溶剂型环氧树脂涂料 .....        | 69 |
| 6.6 无溶剂型环氧树脂涂料 .....       | 74 |

|      |                   |     |
|------|-------------------|-----|
| 7    | 氨基树脂涂料            | 77  |
| 7.1  | 脲醛树脂              | 77  |
| 7.2  | 三聚氰胺甲醛树脂          | 78  |
| 7.3  | 氨基树脂在涂料中的应用       | 82  |
| 8    | 高固体分涂料            | 86  |
| 8.1  | 高固体分涂料的配方设计基础     | 87  |
| 8.2  | 丙烯酸树脂高固体分涂料       | 91  |
| 8.3  | 聚氨酯高固体分涂料         | 94  |
| 8.4  | 高固体分涂料的涂膜缺陷       | 97  |
| 9    | 粉末涂料              | 99  |
| 9.1  | 粉末涂料的特点           | 99  |
| 9.2  | 影响粉末涂料性能的因素       | 100 |
| 9.3  | 粉末涂料的制备           | 107 |
| 9.4  | 热塑性粉末涂料           | 108 |
| 9.5  | 热固性粉末涂料           | 111 |
| 10   | 水性涂料              | 118 |
| 10.1 | 水稀释性树脂及其涂料配方设计    | 118 |
| 10.2 | 乳胶漆               | 125 |
| 11   | 有机硅树脂涂料           | 133 |
| 11.1 | 硅树脂的结构            | 133 |
| 11.2 | 有机硅树脂的固化机理        | 133 |
| 11.3 | 有机硅树脂的制备工艺        | 134 |
| 11.4 | 有机硅树脂的配方设计        | 137 |
| 11.5 | 有机硅树脂的改性          | 139 |
| 12   | 氟碳树脂涂料            | 143 |
| 12.1 | Teflon 系列含氟聚合物及涂料 | 143 |
| 12.2 | PVDF 含氟聚合物及涂料     | 143 |
| 12.3 | FEVE 树脂及其涂料       | 145 |
| 13   | 涂料施工方法            | 150 |
| 13.1 | 手工施工方法            | 150 |
| 13.2 | 喷涂                | 151 |
| 13.3 | 喷漆室               | 159 |
| 13.4 | 其他机械施工方法          | 160 |
|      | 主要参考文献            | 161 |

# 1 绪 论

## 1.1 涂料发展概况

涂料发展的历史可以追溯到原始社会。我国是最早使用涂料的国家之一，历代的漆器已成为我国古代文明的象征。但当时主要是以虫胶、大漆为基础的天然树脂作为涂料的原料。到 20 世纪初，随着科学技术的进步，合成树脂开始应用于涂料生产。20 世纪 30 年代前后，醇酸树脂开始工业化生产，有力地促进了涂料工业的发展，但是，直到 20 世纪 50~60 年代，涂料工业的原料才转向石油化工产品。随着市场需要的增加和技术的进步，涂料工业也得到迅速的发展。

与此同时，涂料工业在品种结构上正在发生变化，即合成树脂涂料的比例上升。在合成树脂内部，形成了以醇酸、丙烯酸、乙烯基、环氧和聚氨酯树脂为主体的系列化合成树脂涂料。涂料品种也正朝着高质量、高效能、专用型和功能型方向发展。其耗能型、溶剂型涂料也朝着节能型、水性、高固体分、非水分散、低污染型和粉末涂料方向发展。总而言之，涂料的发展历经了天然成膜物质的使用、涂料工业的形成及合成树脂涂料的生产 3 个阶段，涂料市场正朝着更适应环境的技术，尤其是水性、高固体分、辐射固化和粉末涂料方向发展。

## 1.2 涂料的作用

涂料的作用主要可概括为以下几个方面：

### 1) 保护作用

物件暴露在大气中，总是受到光、水分、氧气及空气中的其他气体（如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等）以及酸、碱、盐水溶液和有机溶剂等的侵蚀，造成金属腐蚀、木材腐朽、水泥风化等破坏现象。在物件表面涂上涂料，形成一层保护膜，可使物件免受侵蚀，使材料的寿命得以延长。

### 2) 装饰作用

在被涂物件表面涂上涂料，形成具有不同颜色、不同光泽和不同质感的涂膜，可以得到

五光十色、绚丽多彩的外观,起到美化环境、美化人们生活的作用,例如,大家熟悉的建筑物的内外墙涂料、汽车涂料等。

### 3) 特殊功能作用

涂料经过适当的配方设计,可以得到具有特殊功能的涂膜,如防水涂料、导电涂料、绝缘涂料、静电屏蔽涂料、防辐射涂料、隔热涂料、防污涂料、不粘涂料、示温涂料等。

## 1.3 涂料的组成

涂料的组成可分为成膜物质、溶剂、颜料、助剂 4 部分。

(1) 成膜物质又称基料,是使涂料牢固附着于被涂物表面上、形成连续薄膜的主要物质,是构成涂料的基础,决定涂料的基本性质。它既可以是热塑性树脂,也可以是热固性树脂。常用作成膜物质的树脂有醇酸/聚酯树脂、酚醛/氨基树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸树脂、乙烯基树脂、纤维素类树脂、天然及合成橡胶类。由于不同的树脂具有不同的化学结构,其化学、物理性质和机械性能各异,有的耐候性好,有的耐溶剂性好或机械性能好,因此其应用范围也不同。

(2) 溶剂包括有机溶剂和水。主要作用是使基料溶解或分散成为黏稠的液体,以便涂料的施工。在涂料的施工过程中和施工完毕后,这些有机溶剂和水挥发,使基料干燥成膜。溶剂的选用除考虑其对基料的相溶性或分散性外,还需要注意其挥发性、毒性、闪点及价格等。一个涂料品种既可以使用单一溶剂,又可以使用混合溶剂。常将基料和挥发分的混合物称为漆料。

(3) 颜料为分散在漆料中的不溶的微细固体颗粒,分为着色颜料和体质颜料。主要用于着色、提供保护、装饰以及降低成本等。

(4) 助剂用量很少,主要用来改善涂料某一方面的性能,如消泡剂、分散剂、乳化剂、润湿剂等用来改善涂料生产过程中的性能;防沉剂、防结皮剂等用来改善涂料的贮存稳定性等;流平剂、增稠剂、防流挂剂、成膜助剂、固化剂、催干剂等用来改善涂料的施工性和成膜性等;防霉剂、UV 吸收剂、阻燃剂、防静电剂等用来改善涂膜的某些特殊性能。

## 1.4 涂料的分类及命名

### 1) 分 类

常用的涂料分类方法主要有以下几种:

(1) 根据主要成膜物质分类,这是目前国内广泛采用的分类方法,详见表 1.1。



表 1.1 涂料分类

| 序号 | 代号 (汉语拼音) | 涂料类别   | 主要成膜物质                      |
|----|-----------|--------|-----------------------------|
| 1  | Y         | 油脂漆类   | 天然植物油、动物油、合成油               |
| 2  | T         | 天然树脂漆类 | 松香及其衍生物、虫胶、乳酪素、动物胶、大漆及其衍生物  |
| 3  | F         | 酚醛树脂漆类 | 酚醛树脂、改性酚醛树脂、二甲苯树脂等          |
| 4  | L         | 沥青漆类   | 天然沥青、煤焦沥青、石油沥青等             |
| 5  | C         | 醇酸树脂漆类 | 甘油醇酸树脂、季戊四醇醇酸树脂以及其他醇酸树脂     |
| 6  | A         | 氨基树脂漆类 | 尿醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂等              |
| 7  | Q         | 硝基漆类   | 硝酸纤维素、改性硝酸纤维素               |
| 8  | M         | 纤维素漆类  | 醋酸纤维素、乙基纤维素、羟甲基纤维素、醋酸丁酸纤维素等 |
| 9  | G         | 过氯乙烯漆类 | 过氯乙烯树脂、改性过氯乙烯树脂             |
| 10 | X         | 乙烯漆类   | 氯乙烯共聚物、聚醋酸乙烯及其共聚物、聚乙烯醇缩醛等   |
| 11 | B         | 丙烯酸类   | 丙烯酸树脂、丙烯酸共聚树脂及其改性树脂         |
| 12 | Z         | 聚酯漆类   | 饱和聚酯及不饱和聚酯                  |
| 13 | H         | 环氧树脂漆类 | 环氧树脂及改性环氧树脂                 |
| 14 | S         | 聚氨酯漆类  | 聚氨基甲酸酯等                     |
| 15 | W         | 元素有机漆类 | 有机硅树脂、有机钛树脂、有机铝树脂等          |
| 16 | J         | 橡胶漆类   | 天然橡胶及其衍生物、合成橡胶及其衍生物         |
| 17 | E         | 其他漆类   | 无机高分子、聚苯胺、聚酰亚胺等             |

(2) 根据涂料或成膜物质的性状、形态来分类, 如乳液涂料、溶液涂料、粉末涂料、多彩涂料、双组分涂料等。

(3) 根据涂膜的特殊功能来分类, 如防腐涂料、防锈涂料、防污涂料、防霉涂料、耐热涂料、电绝缘涂料、防火涂料、荧光涂料等。

(4) 根据被涂物来分类, 如建筑用涂料、汽车用涂料、船舶用涂料、木制品用涂料等。

(5) 根据涂装方法来分类, 如刷涂涂料、电泳涂料、烘涂涂料、流态床涂装涂料等。

还可以根据施工方法以及涂料中是否含有颜料等来进行分类。

## 2) 命 名

涂料的命名原则有如下规定:

(1) 涂料全名 = 颜色或颜料名称 + 成膜物质名称 + 基本名称;

(2) 若颜料对漆膜性能起显著作用, 则用颜料名称代替颜色名称;

(3) 对于某些有专门用途及特性的产品,必要时在成膜物质后面加以阐明。

涂料的组成和含义与其他工业产品一样,其型号是一种代表符号。涂料的型号由三个部分组成:

第一部分表示涂料类别(成膜物质),用汉语拼音字母表示;

第二部分是基本名称,用两位数字表示;

第三部分为序号,用自然数顺序表示,第二部分与第三部分之间用短线连接,把基本名称和序号分开。

例如, C04-2

其中, C 代表成膜物质(醇酸树脂), 04 代表基本名称(磁漆), 2 代表序号。

凡组成、性能、用途相同的涂料为同一型号,基本名称编号见表 1.2。

表 1.2 涂料基本名称代号

| 代号 | 基本名称   | 代号 | 基本名称    | 代号 | 基本名称    |
|----|--------|----|---------|----|---------|
| 00 | 清油     | 22 | 木器漆     | 53 | 防锈漆     |
| 01 | 清漆     | 23 | 罐头漆     | 54 | 防油漆     |
| 02 | 厚漆     | 26 | 自行车漆    | 55 | 防水漆     |
| 03 | 调和漆    | 28 | 塑料用漆    | 60 | 防火漆     |
| 04 | 磁漆     | 30 | (浸渍)绝缘漆 | 61 | 耐热漆     |
| 05 | 粉末涂料   | 32 | (绝缘)磁漆  | 62 | 变色漆     |
| 06 | 底漆     | 34 | 漆包线漆    | 63 | 涂布漆     |
| 07 | 腻子     | 35 | 硅钢片漆    | 64 | 可剥漆     |
| 09 | 大漆     | 36 | 电容器漆    | 66 | 感光涂料    |
| 11 | 电泳漆    | 37 | 电阻、电位器漆 | 67 | 隔热涂料    |
| 12 | 乳胶漆    | 38 | 半导体漆    | 80 | 地板漆     |
| 13 | 其他水溶性漆 | 40 | 防污漆     | 81 | 渔网漆     |
| 14 | 透明漆    | 41 | 水线漆     | 82 | 锅炉漆     |
| 15 | 斑纹漆    | 43 | 船壳漆     | 83 | 烟囱漆     |
| 16 | 锤纹漆    | 44 | 船底漆     | 84 | 黑板漆     |
| 17 | 皱纹漆    | 46 | 油舱漆     | 90 | 汽车修补漆   |
| 18 | 裂纹漆    | 50 | 耐酸漆     | 93 | 集装箱漆    |
| 19 | 晶纹漆    | 51 | 耐碱漆     | 96 | 航空、航天用漆 |
| 20 | 铅笔漆    | 52 | 防腐漆     | 99 | 其他      |

辅助材料型号分两个部分，第一部分是种类，用汉语拼音的第一个字母表示；第二部分是序号，用自然数表示。辅助材料代号见表 1.3，型号名称举例见表 1.4。

表 1.3 辅助材料代号

| 序号 | 代号 | 辅助材料名称 | 序号 | 代号 | 辅助材料名称 |
|----|----|--------|----|----|--------|
| 1  | X  | 稀释剂    | 4  | T  | 脱漆剂    |
| 2  | F  | 防潮剂    | 5  | H  | 固化剂    |
| 3  | G  | 催干剂    |    |    |        |

表 1.4 型号名称举例

| 产品型号   | 产品名称   | 产品型号   | 产品名称       |
|--------|--------|--------|------------|
| Q01-17 | 硝基清漆   | H36-51 | 中绿环氧烘干电容器漆 |
| A05-19 | 铝粉氨基烘漆 | H-1    | 环氧漆固化剂     |

## 2 涂料配方设计的基本概念

### 2.1 颜料加入量

在讨论涂料配方时,采用颜料<sup>①</sup>和填料的体积分数要比采用其质量分数更方便实用,这是因为在涂料中采用的各种颜料、填料和基料的密度范围很宽。特别是了解涂料的颜料体积浓度,可使我们采用科学的方法进行涂料配方设计,从而也能解释试验数据。

虽然,有关涂料性能方面更精确的数据可通过研究颜料体积的影响而得到,但也有更简单的方法可以采用,即以颜料和不挥发基料之间的质量关系表示。这种关系被称为颜-基比。

#### 2.1.1 颜-基比

当研究涂料中的颜料和基料间的质量关系时,其显著的优点是相对于体积关系,只需要初等数学运算,在配方设计的初始阶段,这是相当有用的。

在许多情况下,按涂料的颜-基比将涂料分类是可行的,而且涂料的大概性能也可由这一比例推知。当分析未知性能的涂料,以获得其基本组分的质量分数,即总的颜料量、基料固体量和溶剂量时,颜-基比就特别有用。

通常,面漆的颜-基比为 $(0.25 \sim 0.9) : 1.0$ ,而底漆集中在 $(2.0 \sim 4.0) : 1.0$ 。在混凝土砖石建筑上内用和外用的各种乳胶涂料也可按此分类,外用型的颜-基比为 $(2.0 \sim 4.0) : 1.0$ ,而内用乳胶涂料则在 $(4.0 \sim 7.0) : 1$ 的范围内。

高颜-基比的配方,一般不适于户外使用,因其需要极好的耐久性,在某些地方 $4 : 1$ 的范围或许这是这一指标的上限。这一点和颜料及基料类型无关,这是由于比较少量的基料不能在大量粒状物质周围形成连续基体膜的缘故。

#### 2.1.2 颜料体积浓度(PVC)

颜-基比提供的信息总是有限的,特别是在对具有不同组成的涂料进行对比试验时,对

---

<sup>①</sup> 在本章中“颜料”一词指总的颜料,包括所加的填料。

颜料体积浓度的了解将对试验数据的解释提供更科学的方法，这是因为涂料的许多物理性能与其组成变化有一非常明确的对应关系。

颜料在干膜中所占的体积浓度称为颜料体积浓度（PVC）。颜料体积浓度可由下式求得：

$$\text{PVC}(\%) = \frac{\text{颜料和填料的体积}}{\text{颜料和填料的体积} + \text{固体基料的体积}} \times 100\%$$

这个数值对涂料的性质和性能就显得有一定的规律，如图 2.1 所示。由图可见，一些漆膜的性质和性能在一个特定的 PVC 时有一明显的转折，这个转折点的 PVC 值称为临界颜料体积浓度（CPVC）。

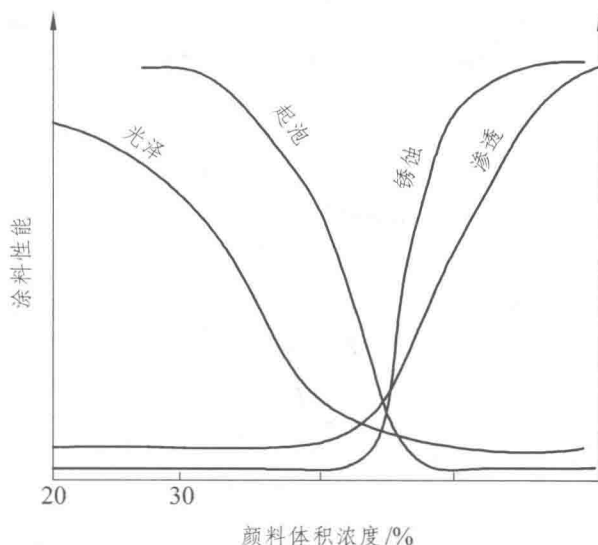


图 2.1 颜料体积浓度与涂料性能的关系

当 PVC 逐渐由小增大，被颜料颗粒吸附和填满颜料颗粒间空隙后，多余的成膜聚合物就逐渐减少，当成膜聚合物在干膜中刚刚足以供给吸附和填满空隙，此时的 PVC 就是涂膜性质和性能的转折点，称为临界颜料体积浓度（CPVC）。当颜料体积浓度超过 CPVC 时，成膜聚合物就不足以填满空隙，因而干膜中就出现空隙，就是这些空隙使图 2.1 上的一些性质和性能以及其他的性质和性能出现了转折，所以 CPVC 是色漆配方的重要参数之一。

配方中 CPVC 的数值会随所采用的颜料和填料的组合而变化，其中很重要的因素是基料润湿颜料的能力，以及颜料被润湿的难易程度。一般来说，易被润湿的颜料有助于降低配方的 CPVC，而黏合能力高的树脂往往会增加配方的 CPVC。颜料粒径和形状及其在涂料中的分布情况等因素对 CPVC 的值也有较大的影响。

## 2.2 颜色分散

在制漆时欲得最佳配方，最基本的要求之一，是将颜、填料有效地分散在基料之中。

因为涂料的许多性能取决于颜料的分散程度,所以分散过程在许多方面都是很重要的。颜料的分散会影响涂料的贮存稳定性和其他一些使用中很重要的特性,如涂膜的颜色、光泽,甚至耐久性。由于涂料制造的难易程度必须和生产目标相适应,因此在制造过程中,分散也是重要的;颜料分散得均一,明显有利于保持颜色的重复。此外,表面色漆在贮存过程中,颜料的重新聚集可以导致浮色和发花,即在干燥过程中,由于颜料组分的离析,往往在涂膜表面产生麻点。

## 2.2.1 分散机理

在涂料制造过程中,颜料在基料中的分散由确定的几步组成,但在制造过程中,这几步显然是同时发生的。

第一步,颜料表面被基料润湿,这是分散阶段最重要的一步,消耗的动力很大。其中包括用基料从颜料和填料粒子表面取代它们所吸附的气体和水分子。

第二步,如果要最充分有效地利用颜料,必须将颜料粒子的聚集体打碎成单个粒子。

最后一步,要使已分开的单个颜料粒子保持稳定,以使其在贮存过程中不会再团聚。

体系的稳定必须克服颜料的团聚,要达到这一要求,既可以使颜料粒子表面带上电荷而相互排斥,也可以使其表面存在一吸附层,这样可阻止颜料粒子的紧密堆积。后一种稳定方式,主要用在溶剂型涂料体系中,而在水性涂料中这两种稳定机理可能同时存在。

## 2.2.2 表面活性剂

在色漆配制中可加入表面活性剂,以促进颜料与填料的润湿和稳定,这种表面活性剂也称为润湿剂。它们具有被颜料表面吸附的特性,因此可使分散过程易于完成。表面活性剂的加入量一般约为颜料总量的 1%,就能产生极大的特殊效果。

目前,按离子化特征来分类主要有如下 4 种表面活性剂:① 阴离子表面活性剂。在溶液中,其离子化表面全部带负电荷,如高级脂肪酸盐。② 阳离子表面活性剂。也能离子化,但其表面全部带正电荷,如季铵化合物。③ 非离子型表面活性剂。在溶液中不能离子化,最常见的是以环氧乙烷衍生物为基础的化合物,如烷基苯酚和环氧乙烷的缩合物。④ 两性物质。这是一类含有游离氨基和游离羧基的分子,在溶液中能离子化,可完全带正电荷或负电荷,这取决于溶液的 pH,如豆油卵磷脂。

对于特定涂料配方来说,要选择一种合适的表面活性剂,主要还是凭经验。因为这类物质具有高度的选择性。当然,赋予颜料表面的电荷和基料的电荷电性一致,可以增强体系的稳定性。倘若在聚合物和颜料表面的电荷电性相反,那么异性电荷的中和作用会引起体系不稳定和产生沉淀。

分散促进性:在许多情况下,没有必要采用特殊的表面活性剂来促进颜料的分散。大多数的颜料分散到某些基料,特别是油改性醇酸树脂中,都是比较容易的,这是因为这些聚合物含有促进润湿过程的成分。例如,在醇酸树脂中,由于有高级性的羧基和极性较低的羟基

存在，它们都可促进润湿过程。这些基团的存在是引起基料具有酸值的原因，高酸值的醇酸树脂比低酸值的有更大的润湿颜料的能力。其他几种类型的基料也具有使颜料很好分散的能力，其大小取决于基料分子结构的极性。

此外，许多颜料在制造中都要进行表面性能的改性，这有助于将它们分散到漆料中。如果采用某些经表面处理过的颜料，只要使用一些低能耗的工艺方法，即可达到有效的分散，有时只要用简单的搅拌即可。但这种颜料的成本往往也比一般颜料高。

采用高黏度涂料可减少分散后颜料的团聚。这可降低颜料粒子再聚集的能力，尽管这不适于许多配方，但这种工艺方法仍能很好地用于乳胶涂料和某些溶剂型体系。

### 2.2.3 分散性的评价

有许多方法可用来评价色漆颜料浆的分散程度。其中不少方法采用了能提供粒径大小和分布数据的先进仪器。

在大多数生产用仪器中，应用了赫格曼细度计，不过这只是一种简单的设备，仅仅能提供已分散色浆中最大粒径的数据。使用赫格曼细度计时，取少量色漆浆放在细度计顶部，沿着逐渐变细的、已标定过的凹缝（一般的等级从 100  $\mu\text{m}$  到 10  $\mu\text{m}$  或 0  $\mu\text{m}$ ）刮下，然后斜向观察。已分散粒子从液体涂料中被挤压出来，以刻度为基准，用首先明显观察到粒子的刻度凹缝深度来表示分散的程度。一般来说，底漆或低光泽涂料如中间层或半光面漆，以及大多数乳胶涂料的最大粒径约为 5  $\mu\text{m}$ 。相反，有光装饰性面浆理应是“超标的”，也就是说，不应有粒子被观察到。

赫格曼细度计被广泛用于溶剂型涂料体系，不过用于乳胶涂料颜料浆时，如果在试验之前不用一部分乳液基料组分“兑稀”它们，结果将是不够令人满意的。

## 2.3 颜色工艺学

在许多情况下，需将色漆配制成为满意的特定颜色，因此，这常常需要各种着色颜料的配合。

### 2.3.1 配色

配色需要调整色漆的组成，以便和标准色一致。实际上，这包括配制一种色漆，以便在颜料分散之后所得到的颜色和标准色极为接近。然后，通过仔细地、逐步地将预分散的颜料加入色漆中，以使颜色符合所规定的标准。配色的最后一步既可由受过训练的人用眼睛来判断，也可用各种仪器方法来测量。

目视配色必须在标准照明条件下进行，在为此目的而设计的配色箱或配色橱中进行更为理想。配色橱内通常都装有不同类型的标准照明装置，以便能够检测条件等色现象，即物面

(一般指承载色漆涂膜的表面)的表观颜色可以随光源的性质而发生变化。例如,在太阳光下颜色已配制接近标准色,但在人工灯光下就和标准色出现差别。当混合各种与配制的标准色不同的颜料制备色漆时,这种现象通常更明显。条件等色不同的色漆有不同的光反射率;只有当颜料有同一光谱特征时,它们的颜色才能在各种类型的照明条件都是一致的,因此只有采用相同的颜料组合才能制备特定的色漆。

为了获得某一特定颜色,在组合颜料之前,与涂料性能有关的其他一些参数也必须测定。某些特性显然可从颜料的性质和化学结构方面的知识来推断;而另外一些性能却需要通过试验测定,这包括组合颜料的耐光性以及相互间是否产生有害的副反应。

### 2.3.2 表光和着色力

颜料的表光和着色力被认为是提供色感均匀性数据的特性。这两种特性的测试通常是在应用之前,作为每种颜料质量控制过程中的一部分进行的,在稍经改进后,这些试验也能用来提供为了获得给定色相所需颜料的量。

将某颜料和适当的基料制备成色浆,同时和规定的这种颜料的颜色标准对比,便可测得该颜料的表光。对于这项测定来说,重要的是基料和颜料的确定比例,同时也可采用类似的分散方法。用手工法进行分散操作,在玻璃板上用刮刀将颜料浆研开,也可采用自动研磨机。

着色颜料的着色力是它对标准色漆或颜料着色能力的一种量度。其测定方法和表光的测定相同,但要已知量的着色颜料加入已知质量的白颜料或白漆中。了解颜料着色力的变化,可用来在制漆之前调整配方,很明显,在减少配色废弃率方面,这是一个重要因素。

采用稍加改进的方法,着色力试验可以用来指导制订合乎标准色时所需颜料的比率。然后,对所需颜料的质量乘上一个合适的因子,再对颜料浆进行配方。在生产过程中,颜色的变化往往比采用手工或研磨机分散所得到的颜色变化更大,因此,减少颜料的加入量是合理的,尤其是在采用高着色力的有机颜料时更是如此。

### 2.3.3 耐光性

耐光性是需要通过实验研究和测定的一种性能,它是指在紫外光作用下涂料的色稳定性。许多与颜料的性质及其相对比率和聚合物(或基料)组分有关的因素都可以改进耐光性,所以不可能给出颜料的额定稳定性。就一般而言,随着某种颜料和其他各种颜料合用从而愈加被冲淡时,该颜料的耐光性会降低,尤其是和白颜料拼用时更是如此。

### 2.3.4 稳定性

有许多现象可影响液体涂料在贮存、施工或使用过程中的色稳定性。其中许多需要在配方阶段进行实验测定。



颜料和配方中其他组分的混溶性是有限的,因此,会导致涂料在贮存期间变色。这些问题中,具有典型性的是含有硫化物的颜料,和含汞或铅的化合物相互之间的有害作用,这会导致发黑;当普鲁士蓝颜料和含有不饱和酸的基料一起应用时,所呈现的颜色也会消褪(但这种影响是暂时性的,当暴露在空气中时又会恢复到原来的颜色)。

在施工应用过程中,经常碰到的颜色变化是由于发花或与浮色有关的现象引起的。当涂料中的着色颜料的比重有显著差别时,可能出现这两种现象。在干燥过程中,由于溶剂的蒸发而在涂膜中产生的对流,会把低密度颜料带到表面来,这种作用称为浮色,而在面层呈现出受影响颜料的颜色;在低空气流的环境中,这种现象会更严重。相反的,沾有灰尘表面的颜色发花特征,更像是在涂膜表面的空气流动而引起的。

这两种现象都是团聚体系的特征,可以采用几种方法使这一现象减少,通常的方法为改变所选择的颜料和/或使用特定的表面活性剂。在比较黏稠的涂料配方中,一般也不易产生这些现象。

在涂料使用过程中,有几种因素可以引起颜色的不稳定,最常见的变化是日光和某些化学作用引起的。根据文献或通过试验,可以获得许多有关化学作用问题方面的知识,应将这些知识应用于配方阶段,最具有代表性的例子是由于二氧化硫大气对铬酸铅的还原作用,使其从黄色转变为白色,也可使铬绿转变为蓝色。

在含有二氧化钛颜料的中间色色相的涂料中,其颜色的变化可以归因于粉化。这种现象是在白色颜料和其基料相互之间产生的光化学作用而引起的,这种作用导致基料被逐渐破坏。这也使少量白色颜料逐渐迁移到涂膜的表面上,因此引起颜色变浅。采用锐钛型二氧化钛时会产生严重的粉化,因此它的应用受到极大的限制,只能用于内用涂料。金红石型二氧化钛粉化的速度相当慢,适于外用。

## 2.4 溶 剂

在颜料和基料确定之后,涂料配方的第三种主要组分是溶剂。溶剂是涂料的挥发性成分,它的重要作用在于控制液态涂料的黏度,从而提高其施工应用特性。此外,由于溶剂从已施工涂膜中挥发,所以溶剂或混合溶剂在控制和改善其干燥速度及流动特性方面有重要作用;对非转化型涂料的成膜过程也同样重要,而成膜过程又对涂膜的最终使用性能有重要影响。

除了这些明显的作用之外,溶剂可使树脂分散或溶解,以利于涂料的制造。此外,选择合适的溶剂或混合溶剂,可控制原材料成本,保证配方符合有关环境污染、火灾和毒性方面的相应法规。

### 2.4.1 挥发速率

在涂料的干性、流动性和成膜工艺方面,溶剂从施工涂膜中挥发的速率是一个重要的因素。这在以非转化型聚合物体系为基础的配方中尤其重要。