

表面处理技术丛书

涂料配方原理及应用

王咏厚

编译

四川科学技术出版社



8710413

福州大学
图书馆基库章

TQ 63
892

表面处理技术丛书

电镀基础知识
电镀设备
电镀技术
高速电镀技术
塑料电镀技术
化学镀技术
彩色电镀技术
干法镀技术
铝及铝合金表面处理
电镀溶液性能测试
电镀溶液化学分析
电镀层性能测试
商标铭牌设计与制作
电镀三废处理
涂料配方原理及应用
涂料配制技术及工艺
实用涂漆工艺
金属防腐蚀技术

书号: 15298·305

定价: 2.40 元

表面处理技术丛书

涂料配方原理及应用

王咏厚 编



四川科学技术出版社

一九八七年二月·成都

责任编辑：李世勋

封面设计：潘令宇

技术设计：翁宜民

涂料配方原理及应用 王泳厚 编译

四川科学技术出版社出版
(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行
内江新华印刷厂印刷

统一书号： 15298·305

1987年2月第1版 开本850×1168 毫米1/32

1987年2月第1次印刷 字数 225 千

印数 1—7,500 册 印张9.25

定 价： 2.40 元

原 著 著 序

对涂料的要求是多样的和可变的，因此，欲得令人满意的涂料配方是一件非常复杂的事。但是，建筑师、设计师或防腐蚀专家对涂料提出了他们所要求的各种特殊性能，相对来说却比较简单。然而，要符合这些要求的实际涂料配方都是非常困难的。有许多因素，如底材的性质、计划中的使用环境和施工方法等，都是必须加以考虑的。

本书是根据标准教科书的要求而编著的，它的内容涉及涂料配方的诸要素。论述的方法是先提出涂料配方的基本原理，然后把它们运用到实际中去，讨论了对不同用途和底材进行涂料配方的实例。这些实例全都是便于使用的配方，同时，它们也为配制各种各样的涂料奠定了基础。

从事涂料工作的工艺学家和研究人员会发现，本书确实是涂料配方方面的一本简明指南。此外，本书宁可采用化学名词也不采用商业名称或专用名称，再加之本书注意基本原理的阐述，因此使本书既可作为一本工作手册，也可作为一本文献便览。

当我们论述涂料的组成及其用于许多特定底材的类型和配方实例时，必须概括和简化某些内容。必须谨慎地、仔细地学习本课程，因为硬性提出每一个详细而明确规定的条目，可能会抑制读者（配方制定人）的首创精神，对涂料配方的许多可变因素产生错误的概念。

应用本书中的逻辑推理方法，同时根据本书概述的基本原理，可以采用许多不同的方法，成功地配制出适用于任何指定底

材和使用环境的涂料体系。但是，不应当把这里所列出的配方视为一成不变的典范，因为新型的和改性材料正在不断的制得，所以，进一步的改善始终都是可能的。

J. Boxall

J. A. Von Fraunhofer 1980年1月

本书第一版于1980年由英国George Godwin Limited出版。

编 译 者 序

涂料属于精细化工的范畴，近来发展很快。国内外已有不少涂料著作出版，但大都偏重涂料树脂化学和工艺学，几乎没有论述涂料配方设计的专著问世。但在开发涂料新产品，提高企业经济效益方面，涂料配方技术又是一大关键。这种情况实为涂料著作方面的一大缺陷。J. Boxall和J. A. Von Fraunhofer所著《Paint formulation Principle and Practice》，简明扼要的、较为系统的介绍了涂料配方技术的各个方面，并以实例作了说明。本书的最宝贵之处，就在于它能给人以启发，使你学会制定涂料配方的本领。从这个意义上讲，本书的出版，在某种意义上填补了涂料著作方面的不足或空白。

本书的缺陷是内容不够全面，对某些问题的论述的不够深入，配方实例也嫌太少。为了弥补这些缺陷，我们增写了三章内容，从理论与实践的结合上，阐述了溶度参数法和电子计算机在涂料配方设计中的应用，同时从大量国内外文献中精选了120个实用配方供读者参考。对某些配方还简介了生产工艺，从而使本书明显地带有专利文献的性质。此外，除保留原书的两个附录外，还增加了4个附录。但因本书的编译时间非常仓促，再加编译者的水平所限，所以不妥甚至错误之处在所难免，我们诚恳地希望涂料行业的专家和读者提出宝贵意见，以便使本书有机会再版时更趋完善。愿本书在开发涂料新产品，推进涂料技术进步和提高企业经济效益方面，能够发挥良师益友的作用！若能如此，这便是编译者最大的欣慰！

在编译过程中，本书的前七章是先按原文翻译并校对后再加工成文的，其目的是使行文更符合我们涂料行业的习惯用语和汉语规范，以便于读者阅读和理解。参加译文校对工作同志有苏慈生（第一章一至三、2），钱伯容（第一至第五章），周本励（第六、七章）。全部稿件是由王玲娣同志缮写的。对这些同志谨致衷心感谢！

几年前，四川科技出版社邀请有关专家编著了一套《表面处理技术丛书》，包括电镀、涂料及其助剂、分析测试等各方面的内容，已出书10余本，深受广大读者欢迎，去年在香港展出后，也受到各方面的赞扬。本书是贵社为本丛书选定的涂料方面的第一本著作，虽属编译性质的作品（好在目前国内尚无同类性质的作品问世），但确是带有手册和便览性质的小型工具书。“天府之国”是我可爱的家乡，象这样的作品能够在四川科技出版社出版，敬献给我国蓬勃发展的涂料行业，这使我感到格外高兴。对此，诚挚地感谢四川科技出版社的领导和同志们！

化工部涂料工业研究所 王咏厚

一九八六年三月

目 录

第一章 涂料工艺基础	(1)
一、引言	(1)
二、聚合物	(2)
三、颜料	(15)
四、填料	(26)
五、溶剂	(27)
六、增塑剂	(32)
七、干料	(33)
八、生物活性添加剂	(34)
九、粘度调节剂和抗沉降剂	(36)
十、颜料分散剂	(37)
参考文献	(38)
第二章 涂料配方的基本概念	(40)
一、引言	(40)
二、颜料加入量	(41)
三、溶剂相	(46)
四、粘度	(50)
五、配方方法	(56)
六、颜料分散	(58)
七、颜色工艺学	(63)
参考文献	(67)

第三章 涂料配方的计算 (68)

- 一、涂料配方 (68)
- 二、比重 (70)
- 三、干料的加入量 (71)
- 四、百分体积固体分 (72)
- 五、涂料使用率和涂膜厚度 (73)
- 六、涂料需要量 (74)
- 七、颜/基比 (75)
- 八、颜料体积浓度 (76)
- 九、基础统计学 (78)
- 十、统计试验 (85)
- 参考文献 (95)

第四章 钢结构用涂料的配方 (96)

- 一、引言 (96)
- 二、钢用涂料体系 (97)
- 三、工业涂装涂料 (100)
- 四、现场涂装涂料 (113)
- 参考文献 (131)

第五章 木材用涂料的配方 (132)

- 一、引言 (132)
- 二、木材用涂料体系 (134)
- 三、外用木材涂料 (136)
- 四、内用木材涂料 (144)
- 参考文献 (151)

第六章 混凝土砖石建筑用涂料的配方 (152)

- 一、引言 (152)
- 二、水泥(质)表面用涂料体系 (153)

三、内用底材用涂料	(154)
四、外用底材用涂料	(154)
参考文献	(169)
第七章 其它类型的底材	(170)
一、引言	(170)
二、灰泥用涂料配方	(170)
三、有色金属用涂料配方	(176)
四、塑料涂料配方	(178)
参考文献	(182)
第八章 涂料配方新方法——溶度参数法	(183)
一、引言	(183)
二、溶度参数的概念及其物理意义	(183)
三、溶度参数的测定方法	(189)
四、溶度参数在涂料配方设计中的应用	(199)
参考文献	(218)
第九章 电子计算机在涂料配方设计中的应用	(219)
一、引言	(219)
二、漆用溶剂的配方设计与计算	(220)
三、合成树脂的配方设计与计算	(221)
四、磁漆的配方设计与计算	(229)
参考文献	(230)
第十章 涂料配方集锦	(232)
一、引言	(232)
二、国外涂料配方选	(232)
三、国内涂料配方选	(256)
参考文献	(281)
附录：换算表	(282)

第一章 涂料工艺基础

一、引言

涂料是为满足对底材的保护、装饰而设计的表面涂装材料。在涂料工艺中，无机涂料虽已周知，但有机涂料仍起着主导作用，这将在本书中反映出来。

涂料配方，就其主要成分——树脂基料和颜料而言，基本上是由被涂物和使用环境相结合的要求所决定。因此，金属、木材、砖石建筑等所使用的涂料体系，彼此之间是极不相同的。以保护作用为主或以装饰作用为主的涂料，其配制原理也是不同的。有关配制涂料的各重要因素将在以后的章节中讨论。

涂料配方的主要成分有：树脂基料（包括所添加的增塑剂），颜料（及填料），溶剂或混合溶剂和许多加量很少但作用显著的各种助剂，包括增稠剂、干料、抗结皮剂、表面活性剂、杀菌（虫）剂、防霉剂等。

本书将详细讨论所有这些不同组分和助剂之间的相互关系，并考虑它们的某些特性，以此作为涂料配方原理入门，这是有好处的。在涂料工艺中所用树脂、颜料、溶剂等的基础物理和化学，在许多专著（参见本章末所列参考书目）中已有论述。因此，本章只讨论涂料配方中所使用的一些较重要的原料的性质和作用。重点放在基本理论的讨论，列举了制备具有预定性能涂料的某些组分的实例。

二、聚 合 物

涂料用聚合物或树脂基料是涂料配方中的成膜组分，没有它就不能形成连续的涂膜。但是，在涂料中应用了许多不同类型的聚合物（树脂）和预聚物（会发生反应形成树脂的物质）。并由这些成膜物的化学性质决定涂料的应用形式。事实上，所有的涂料配方都是以树脂（或树脂混合物）为基础的。

各种涂料基料可进一步分为转化型和非转化型两大类。前者是以未聚合或部分聚合的形式而应用的材料，施涂在底材上后，经聚合反应形成固体涂膜。非转化型涂料是以分散或溶解在介质中的聚合物基料为基础的，将它施涂在底材表面上，当这种分散或溶解介质挥发后，便在底材表面留下牢固附着的涂膜。

本书中讨论的某些转化型基料包括油、油性树脂清漆、醇酸树脂、氨基树脂、环氧树脂、酚醛树脂、聚氨酯树脂和有机硅树脂等。非转化型基料包括纤维素、氯化橡胶、热塑性丙烯酸树脂和乙烯类树脂。

1. 转化型涂料

（1）清油和油性树脂清漆：有史以来油类在涂料配方中一直得到了广泛应用。近年来由于较先进的聚合物的开发应用，油类的比例已显著降低，除了精制亚麻油和聚合亚麻油在某些类型的钢材和木材底漆中的有限应用之外，油类的应用是非常少见的。但油类在作为制备油性树脂清漆的改性组分，特别是在制备油改性醇酸树脂中，却被广泛地采用，而油改性醇酸树脂则是现代涂料工艺中最广泛应用的一类基料。

植物油一般地可分为干性油或非干性油。这主要根据在室温下，它是否能和空气反应而形成溶剂溶解性差的涂膜，典型的干性油有亚麻油和桐油，二者都有显著的干燥性能。另外一些油

类，如豆油，也能干燥，但比较缓慢，这些油类称为半干性油。相反的，有的油类，如蓖麻油和橄榄油，一般是不能干燥的，因而被称为不干性油。然而，可以将不干性油，如蓖麻油，转变成干性油如脱水蓖麻油。在这一特定的例子中，于280℃加热几小时，当油类中的酸组分发生分解时，就实现了这种转化。

干燥过程是一种复杂的氧化反应过程，它涉及到干性油脂脂肪酸三甘油酯碳链上的不饱和中心，这种反应被称为氧化聚合或自动氧化。虽然干性油的氧化并固化成膜能自然进行，但其反应速率较低，因此常加干料如环烷（萘）酸钴或环烷酸铅来加速反应。

但亚麻油可以未改性的状态（即不加树脂改性）而被应用。但为了使其更适于应用，有必要对它作某些处理。刚榨出的粗亚麻油，一般是浑浊的，需要精制，以除去有害的天然杂质和机械杂质。精制的方法取决于应用亚麻油的目的，可用碱或酸及漂土进行处理，使之制得的涂膜色泽变浅。例如，采用碱精制的亚麻油能生产清漆，具有酸值低的优点，而酸精制的亚麻油则用在色漆生产中，由于酸值高可促进颜料的分散过程。

碱精制法是比较普遍采用的方法，在此法中用氢氧化钠处理油，氢氧化钠的用量是经过计算的，足以中和油中的酸值（规定为中和1g物质中游离酸所需氢氧化钾的mg数）。由酸和其它杂质及少量油所形成的皂类，可采用离心法除去。然后，水洗精制油以除去全部微量碱性物质。

精制亚麻油一般是低粘度的，然而，加热处理可得到称为亚麻籽厚油的粘稠物质。典型的方法是将精制的油加热到约270~300℃，保持一段时间，该时间取决于最终所需的粘度。用此法处理的油，主要由聚合作用而增稠，和精制油相比，其涂膜的柔韧性和耐久性以及液态清漆的流动性都得到了改善。然而，其干燥时间趋于延长。

许多类型的油都可用来制造清漆，但总的来说，多是使用各种干性油，如亚麻油、桐油或脱水蓖麻油。其制造方法却各不相同，这取决于所用组分的性质，典型的方法是将油加热，然后慢慢地加入树脂组分；继续加热直至形成溶液；然后加入合适的溶剂，通常为松香水，以使其粘度降低到适当的数值。

被采用的各种树脂，其组成和性质上是极不相同的，很明显这对所生成的清漆产品的最终用途有重要的影响。所用树脂既可以是天然（化石）树脂，如琥珀树脂或贝壳松脂，也可以是合成材料（目前已占很大比例），如松香酯胶，氧茛树脂、松香改性酚醛树脂和纯酚醛树脂。最重要的类型是以酚醛为基础而与油类如桐油或亚麻油配合使用的物质。

与干性油所制得的涂膜的性能相比，清漆通常干燥更快（虽然还需要加干料），其涂膜具有优良的硬度、光泽和流平性。采用某些类型，例如短油树脂和含松香的产物，其耐久性会降低。清漆的最终性能不仅由其组分的组成决定，而且也由其油度，即油和树脂的比率所决定，见表1—1。

表1—1 油性树脂清漆

油 度	油：树 脂	特 性	用 途
短	0.15~1.5 : 1.0	快干，但涂膜硬而脆	填充料内用清漆
中	1.5~3.0 : 1.0	干燥较慢，涂膜不太硬	色漆或清漆
长	3.0~5.0 : 1.0	涂膜干燥慢，涂膜较柔韧和耐久	外用色漆和清漆

（2）醇酸树脂：是最广泛应用的涂料基料。它和油性树脂不同，是合成聚酯；是由多元酸、脂肪酸或它们的酸酐（如苯酐），多元醇（如甘油）和植物油或它的脂肪酸反应而制成的。

醇酸树脂的制备,可采用两种方法:其一为醇解法(或单甘油酯法),生产的是油改性醇酸树脂;其二为脂肪酸法,它是用于制备脂肪酸改性醇酸树脂的。采用脂肪酸法制备的树脂,由于脂肪酸的纯度更高,所以这种醇酸树脂的颜色势必会比对应的油改性醇酸树脂更浅。

在脂肪酸法生产中,是将脂肪酸、多元醇和多元酸三组分混合在一起,于240℃左右加热直至酯化反应完成。在醇解法生产中,先将多元醇和改性油混在一起反应,然后再加入多元酸。

以上两种方法都能生产油改性醇酸树脂,可根据所用油的数量(即油度)和类型而加以分类,见表1—2。中油和短油(度)醇酸树脂常常用半干性油和不干性油为基础,而半干性油和干性油(或其脂肪酸)则用于长油醇酸树脂的生产。用于醇酸树脂生产的典型的干性油包括亚麻油和脱水蓖麻油,而豆油则是半干性油的代表、蓖麻油和椰子油则是不干性油的代表。

干性油和半干性油醇酸树脂是以自动氧化作用而固化成膜的。而不干性油醇酸树脂,特别是其短油度树脂,需要采用烘烤法固化。另外,短油醇酸树脂也可用作其它合成树脂基料的增塑剂。

表1—2 油 改 性 醇 酸 树 脂

醇酸树脂	油度%	特 性	用 途
短	20~45	非氧化型 溶解在芳烃中 涂膜硬而脆	作内用烘烤涂料体系的 改性树脂
中	45~60	氧化型(气干)或烘烤固化,溶解在脂肪族—芳香族烃类混合溶剂中,涂膜较柔韧	作内用和外用涂料体系的 改性树脂,也可用于 快干涂料体系
长	60~80	氧化型 溶解在脂肪烃混合溶剂中涂膜较柔韧	用于外用气干涂料体系

制造油改性醇酸树脂的最基本原理，在于醇酸树脂如邻苯二甲酸甘油酯中的游离羟基能和植物油中的脂肪酸反应（酯化）。因此，醇酸树脂基本上是聚酯树脂，聚酯是易被强酸、强碱降解的，这就限制了醇酸树脂的使用，不能用在强酸、强碱的场合；然而，因为油或脂肪酸改性醇酸树脂具有较好的耐久性，使用方便，还可在不利的条件下进行施工，所以特别适于配制建筑工业用的普通涂料。

改性醇酸树脂涂料的应用，既可采用化学改性，也可采用物理改性；可用苯乙烯改性醇酸树脂的制备，说明化学改性的一般工艺。

苯乙烯改性醇酸树脂，是在有过氧化物催化剂存在时，由醇酸树脂和苯乙烯反应而制备的，这是一种可以广泛采用的工艺。产生的共聚物，是苯乙烯上的侧链双键和醇酸树脂中干性油上的不饱和中心发生（共聚）反应而形成的。

苯乙烯改性醇酸树脂比普通醇酸树脂具有更快的固化速率和更好的耐化学药品性能。苯乙烯改性醇酸树脂的特性随所含苯乙烯的比例及改性前醇酸树脂的性质、油度、油种而异。因此，通过选择反应条件和原料，可制备各种各样的苯乙烯改性醇酸树脂。其它的乙烯单体，如乙烯基甲苯也可用来改性醇酸树脂。

醇酸树脂中的脂肪酸组分上的双键，也能和其它树脂的母体发生共聚。例如，和异氰酸酯反应将生成聚氨酯醇酸树脂，许多其它类型的共聚物也是为大家所熟知并得到了应用。

（3）氨基树脂：醛和胺或酰胺缩聚生成氨基树脂，其中最重要的是脲甲醛树脂和三聚氰胺甲醛树脂。这些树脂不溶于普通剂，但可通过丁醇醚化而使之可溶。将丁醇加入原始反应混合物中生成的丁醇醚化氨基树脂，是可溶解在溶剂中的。这既可采用加入少量强酸的方法，或在100~150℃加热的方法而使这些树脂固化成膜。所形成的涂膜往往较脆，因此氨基树脂常用醇酸树脂